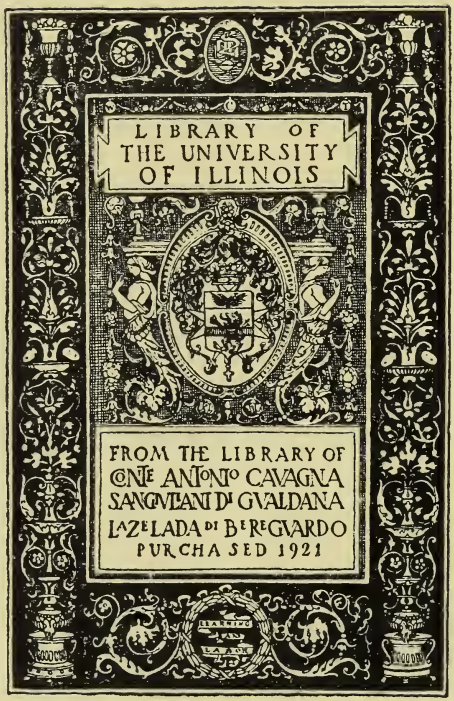
626.8
Sca7c

CENNI

sulla

IRRIGAZIONE DEI FONDI RUSTICI

SCARABELLI


LIBRARY OF
THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
FROM THE LIBRARY OF
CONTE ANTONIO CAVAGNA
SANGVLANI DI GVALDANA
LAZELADA DI BEREGVARDO
PURCHASED 1921

626.8
Sca7c

Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

http://archive.org/details/cennisullairriga00scar

CENNI

SULLA

IRRIGAZIONE DEI FONDI RUSTICI

PER

LODOVICO SCARABELLI

DA PIACENZA

Allievo della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri

IN TORINO

STUDIO

presentato per ottenere il Diploma

DI

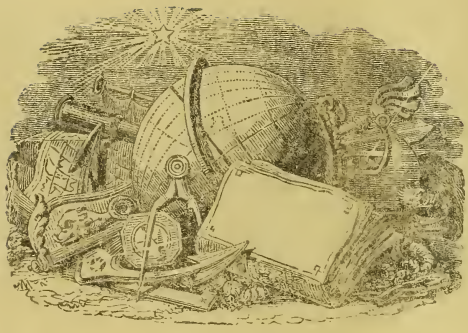
INGEGNERE LAUREATO

TORINO

TIPOGRAFIA FODRATTI, VIA OSPEDALE, 21

1866

All'Egregio Signor Ing.re Cristoforo
in Segno di Stima
L'Autore



CENNI

sulla

IRRIGAZIONE DEI FONDI RUSTICI

PER

LODOVICO SCARABELLI

DA PIACENZA

ALLIEVO DELLA R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI

IN TORINO

STUDIO

presentato per ottenere il Diploma

DI

INGEGNERE LAUREATO

TORINO

TIPOGRAFIA FODRATTI, VIA OSPEDALE, 21

1866

676.8
Sca7c

30045 TEXTUR

AI MIEI GENITORI

IL PRIMO SAGGIO DE' MIEI STUDJ

INTITOLO ED OFFRO

CAVAGNA
LIBRARY

CENNI

SULLA

IRRIGAZIONE DEI FONDI RUSTICI

Chi rivolgendo il pensiero alle arti ed alle industrie facciasi ad indagare quali di esse arrechino maggior utile all'uomo, non tarderà a proclamare fra tutte utilissima l'*agricoltura*; per essa infatti l'uomo trae dalla terra que' prodotti *vegetali* ed *animali*, i quali o per se stessi o come materie prime d'altre arti ed industrie, sono necessarii a soddisfare i bisogni della vita civile.

Ma le opere del più esperto agricoltore fallirebbero allo scopo, se desse non fossero soccorse dal *calore* e dall'*acqua*; giacchè senza di questi agenti non havvi vegetazione, mentre coll'azione di questi l'agricoltura ottiene i più felici risultamenti. Nella coltivazione su vasta scala, non è dato all'uomo di impor norme al calore e di accrescerne a propria voglia o diminuirne i gradi; è bensì in suo potere di re-

golare l'*acqua* sì che, sottraendola ove ve n'ha di soverchio, e con opportuni accorgimenti somministrandola ove ve n'ha difetto, ei può ottenere de' grandi ed incalcolabili vantaggi.

L'irrigazione dirò adunque *l'arte di aumentare le facoltà produttive del suolo, mercè di un buon impiego dell'acqua in agricoltura.*

Utilissimo fra i miglioramenti fondiarii si è quello della irrigazione che, correggendo l'asciuttezza di alcune terre, temperando i fervori del clima, rifacendo l'umore di cui hanno d'uopo le piante tutte, rendendo più efficace l'azione dei concimi, trasforma in ottimi prati i ghiareti, i gerbidi, i sabbioni e fa che si ottengano prodotti più abbondanti, più svariati e più regolari di quelli ai quali si può aspirare col mezzo dell'ordinaria coltivazione. Che se a questi, di già grandi e benefici effetti della irrigazione, si aggiunga l'altro notevolissimo di rendere attuabili alcune specie di coltivazioni, quella del riso ad esempio, altrimenti impossibili, si comprenderà di leggieri come a buon dritto si possa asserire che la irrigazione addiviene fonte sicura di ricchezza territoriale.

Fino dall'antichità più remota l'arte di emendare i difetti prodotti dal calore e dalla siccità, si conobbe e si praticò dai coltivatori; e la storia dell'agricoltura ne somministra documenti in larga copia. Ma non è mio disegno il tesser qui la storia della irrigazione presso i varii popoli e tutti riferirne i particolari ingegni; limiterommi quindi ad un rapidissimo cenno di alcuni fatti più degni di rimarco.

Le irrigazioni del pari che la maggior parte delle scienze e delle arti, han preso origine in Oriente: gli è pertanto in Asia che hannosene a cercare le prime traccie. Gli antichi Persiani altissima cura riponeano nelle irrigazioni: escavarono essi ad arte un lago (che al dire di Erodoto aveva otto leghe di contorno) il quale ricevea, impedendone i guasti, le acque che in tempo di piena traboccavano dall'Eufrate: serviva esso poi come di *serbatoio* e per quattro mesi continui alimentava grandi canali che portavano ad un vasto territorio il beneficio delle loro acque fecondatrici. Si è appunto dagli antichi Persiani che appresero gli Arabi il meraviglioso ingegno de' serbatoi; lo praticarono i Mori in Ispagna, allorquando teneano questa terra al loro dominio soggetta,

e dai Mori fu poi tramandato fino a noi. Serbatoi e canali di irrigazione costruirono gli Indiani ed i Chinesi; e venendo alla terra classica delle irrigazioni, l'Egitto, troviam memoria di immense opere costrutte a scopo di governare le acque del Nilo, sia per dirigerle opportunamente nei luoghi soggetti alle innondazioni, sia per raccoglierle in serbatoi e da questi per mezzo di canali derivarle a beneficio dei terreni più lontani.

De' Greci e dei Romani, comunque possa arguirsi che essi praticassero la irrigazione, non rimangono opere che ce ne pongano in chiaro: e venendo a tempi da noi meno lontani non posso ristarmi dall'accennare alle guerre che, per *contesa d'acqua*, furono combattute fra diversi Comuni Italiani del Medio Evo, conciossiachè questo fatto ne addimostra quanto gli avi nostri apprezzassero la influenza che ha il buon impiego dell'acqua nel far prosperare le agricole produzioni.

Farei opera a mio avviso inutile se mi intrattenessi a dire della importanza grandissima che assegnasi ai dì nostri in Italia alla irrigazione: potrà ognuno di leggieri persuadersene se voglia richiamare al pensiero e gli studii che intorno a questo soggetto intrapresero uomini versatissimi nelle idrauliche ed agricole discipline, e le opere considerevoli che, in seguito a quelli, veggiam sorgere per estendere il vitale ed incalcolabile beneficio delle acque ai terreni che ancora ne vanno privi.

Dopo quanto venni finora dicendo, niuno potrà disconoscere quanto sia importante la irrigazione, quanto sia necessario per conseguenza lo studiare e l'apprendere tutto che si riferisce ad argomento di sì grande interesse.

Perchè la irrigazione raggiunga il mirabile suo scopo, è mestieri sia guidata da alcune norme di cui riferisconsi alcune alla *qualità* ed *origine* dell'acqua irrigatoria, altre alla sua *condotta* ed *applicazione* al fondo: gli è da queste norme appunto che è mio intendimento di trar soggetto a questo mio tenue lavoro raccogliendovi, dagli ammaestramenti che m'ebbi presso codesta R. Scuola di Applicazione, quanto parrammi giovevole al mio scopo. E come, anche trattandosi di soli *Cenni*, reputo per la chiarezza della esposizione indispensabile lo sta-

bilire come un piano a cui tutte coordinare le idee, così parmi conveniente il distribuir la materia nelle cinque parti seguenti:

I. *Qualità ed origine dell'acqua irrigatoria;*
II. *Studio dei progetti d'irrigazione;*
III. *Misura e divisione dell'acqua irrigatoria;*
IV. *Applicazione dell'acqua irrigatoria al fondo;*
V. *Economia dell'irrigazione.*

Se non che, ponendo a confronto colla importanza del soggetto la pochezza delle mie forze e la troppo angusta cerchia delle mie cognizioni, forte mi sorprende la tema di non riuscire. Avventurato pertanto avrò a dirmi se la benigna Commissione Esaminatrice vorrà, nel portar giudizio intorno a questo mio scritto, tener conto del buon volere e perdonare le mende che per certo avrà a rintracciarvi.

PARTE PRIMA

QUALITÁ ED ORIGINE DELL'ACQUA IRRIGATORIA

I.

QUALITÀ DELL'ACQUA IRRIGATORIA

Nelle ricerche che hannosi a fare allo scopo di avere acqua pei fondi rustici, non sarà mestieri andar tanto pel sottile: non è però a porre in dimenticanza che non sono in ogni circostanza egualmente buone, per la irrigazione, tutte le acque. Gli è per questo che sarà saggio consiglio pell' agronomo, quello di accuratamente investigare l'indole delle acque che può avere o che ha: sia per bilanciare coll'utile la spesa; sia per saperne usare con prudenza, ovvero correggere o temperare o acuire gli effetti con certi concimi o correttivi opportunamente amministrati.

Le acque, sia che si considerino scorrenti in canali naturali, o raccolte in naturali serbatoi, o racchiuse in polle, lame o vene per entro

a strati impermeabili nel seno della crosta terrestre, non sono mai pure: esse tengono ognora in soluzione od in sospensione dei principii che esse asportano dai terreni che attraversano, e che a seconda di questi si diversificano. Oltre di ciò, grande influenza hanno sulle acque l'aria e la temperatura, a tal segno che acquistano virtù diverse, secondochè più o meno elevata è la loro temperatura, più o meno grande la quantità d'aria atmosferica che ad esse è commista.

È facile il comprendere dopo ciò che le acque giungeranno ai condotti d'irrigazione con proprietà svariatissime; ed in questi fatti trova conferma quanto or ora asserii, non potere cioè le acque tutte appropriarsi con vantaggio ad ogni specie di coltivazione.

Per diverse ragioni ponno adunque le acque essere più o meno *buone*. E primieramente noterò quanto all'aria ed alla temperatura, che migliori saranno pella irrigazione le acque più aerate e le meno fredde.

Venendo ora a dire delle acque quanto alla origine loro: buone avranno a ritenersi in generale quelle che arrivano sul fondo per colatura da terre coltive, poichè depositano nello irrigare il bottino di sostanze preziose rubate ai campi; ottime, perchè ricchissime di sostanze fertilizzanti, quelle che ricevono scoli di vie e di luoghi abitati; meno buone per contro quelle che derivano da terreni magri che le depauperano, avidamente appropriandoseli, di tutti gli elementi nutritivi che tengono sciolti. Giovano ai campi argillosi quelle acque che portano torbide sabbiose, onde si spiega la ubertosità dei terreni d'alluvione; ma non saranno esse ugualmente buone pei prati, anzi, trattandosi della irrigazione di questi, dovrà porsi ogni cura nell'evitare quelle acque che derivate da certi fiumi o torrenti biancastri depongono sulla terra una sostanza che la raffredda, e sulle erbe una polvere terrosa che, oltre al portar detrimento alle loro funzioni fisiologiche, fa che non possano, senza nuocere al bestiame, essergli somministrate a foraggio.

Le acque che attraversano boscaglie si caricano di sostanze fertilizzanti; ma non di rado in quei residui organici predomina un principio astringente, il *tannino*, il quale le rende acide e crude. Crude

poi e fredde e poverissime di principii nutritivi hannosi a ritenere quelle acque che provengono direttamente da scioglimento di nevi e di ghiacciai perpetui: e quanto a quelle che derivano da sorgenti profonde o *fontanili*, è a notarsi che non sono esse sempre egualmente buone, ma ottime in inverno perchè più calde, riescono crude in estate perchè più fredde dell'aria atmosferica. E delle acque di stagno, o peschiera, o di grande serbatoio, mentre è buona la falda superficiale, crude e fredde riescono le sottostanti e tanto più quanto più profonde: inconveniente questo cui di leggieri si può ovviare se vi si dispongano le bocche emissarie, in modo che coli sempre per la prima ed a certi intervalli l'acqua rimasta per qualche tempo superficiale.

Le ultime mie parole accennano a' mezzi di emendare un difetto che presentano certe acque: altri difetti delle acque irrigatorie ponnosi altresì emendare, ma i mezzi che a quest'uopo propongonsi non sono applicabili che in piccola scala, esclusivamente quindi riservati alla coltivazione degli orti e giardini. Le acque che contengono in sospensione il limo argillaceo o calcare che insudicierebbe le erbe, si obbligano a deporlo col riposo in certi recipienti detti *depuratori*, agevolando cotale deposizione con riporre in fondo al depuratore rami fogliosi (non però di quercia a motivo del principio astringente poco anzi notato), che rinnovansi quando sonosi spogliati delle foglie, cui rimangono aderenti le impurità delle acque.

Non è a dirsi quanto avvantaggierebbe la irrigazione dei prati se quanto ora dissi potesse esservi applicato: raggiungerebbe poi essa il massimo della sua portentosa efficacia se ponendo nei depuratori a luogo di rami concime fresco e di buona qualità si convertissero questi in *recipienti fertilizzanti*, poichè le acque in essi raccolte, oltre al purgarsi dai difetti, acquisterebbero novelle virtù fecondatrici. Se non che un lieve riflesso sulla quantità d'acqua approssimativamente richiesta pella irrigazione di un ettaro di prato è più che bastevole a persuadere ognuno che tali sistemi teoricamente apprezzabilissimi sono poi in pratica su vasta scala economicamente e direi quasi assolutamente inattuabili.

II.

ORIGINE DELL'ACQUA IRRIGATORIA.

Discorse le qualità dell'acque secondo la provenienza loro, prenderò brevemente ad esame le principali fra le *origini* dell'acqua irrigatoria ed i mezzi più acconci per derivarnela e condurla sul fondo.

Fontanili. Le acque che restano imbevute dalla terra arrivate fino al letto impermeabile dei tufi e delle argille e delle sostanze rocciose deggiono cangiare di direzione; e filtrando per gli strati ghiaiosi ed arenosi verso quelle parti che oppongono minor resistenza, tendono a sfogarsi all'esterno; ne emergerebbero anzi se gli strati sovrapposti non ne paralizzassero la forza ascensionale, arrestandole più o meno al dissotto del suolo. Se queste vene liquide trovansi a profondità non eccedente i tre o quattro metri si può spesso averne qualche indizio da macchie circoscritte di vegetazione più fresca e lussureggiante, da cresciuta di giunchi o canneti, da una colonna vaporosa che indi s'innalza e che scorgesi di preferenza al primo sorger del sole od in sul far della sera, infine da nubi di moscherini che si aggirano in turbine ivi stazionario.

Fino da tempi remoti conoscevasi in Lombardia l'arte di invitare tali acque alla superficie del suolo e raccoglierle con economia in cavi, che presero nome di *fontanili*.

Un cavo adunque che si affondi fino ai sortumi o polle sotterranee, dette anche *occhi sorgivi*, ed in cui si raccolgano le acque che pullulano da questi, è ciò che costituisce un fontanile.

Due parti hannosi essenzialmente a distinguere in esso: la prima denominata *testa di fontanile*, ed è il cavo in cui si raccolgono le acque, la seconda ha nome di *asta*, ed è un canale che aprendosi in avalle della testa e con un declivio di 1 per 2000 a 5000 o di 1 per 2000 a 1000, secondo che maggiore o minore è la portata, porta l'acqua irrigatoria ai terreni più bassi.

Scoperto, mercè gli indizii or dianzi mentovati, il luogo che sembra idoneo all'uopo, ivi si procede alla escavazione della testa che riuscirà di forma circolare o poligona, estesa quanto basta per abbracciare le principali sorgenti e proporzionale all'acqua che si desidera ottenere, o che si vede sorgere dalla terra a misura che si estende la escavazione. Gli occhi sorgivi che si appalesano nel cavo, soglionsi, per difenderli da frane ed ostruzioni, incassare e racchiudere in istretti ed alti tini cerchiati; il numero dei quali e la loro distanza (abbenchè ritengasi questa giammai minore di 1,80) essenzialmente dipende dalla estensione dello scavo e dalla situazione delle scaturigini. Codesti tini, di forma cilindrica o tronco-conica, constano di doghe di legno di conveniente spessore rilegate con cerchi di ferro; varia la loro altezza da 2 a 3 metri, il diametro da 0, 40 ad 1 metro; il loro costo, abbenchè cerchiate di ferro, si calcola non superiore alle 12 o 15 lire e la loro durata può raggiungere e talvolta sorpassare i 10 anni. Là ove sorgon le polle, ed in guisa che sopravanzino d'alquanto il livello dell'acqua nel cavo raccolta, si collocheranno i tini: una o più tacche poi opportunamente praticate nel loro orlo superiore e rivolte in avalle permetteranno all'acqua che in essi sale e li riempie, di defluirne e raccogliersi nella testa del fontanile.

Son queste le norme principali che seguonsi in Lombardia pella costruzione dei fontanili; la spesa annua di codesti è costituita dall'interesse del capitale impiegatovi e dal loro spurgo o riparazione ridotti ad annuità.

Serbatoi. Nei paesi montuosi o dirotti da frequenti colline, come è il Piemonte, è uso di raccogliere in certi valloncelli, mercè di argini o forti sostegni che ne chiudono lo sbocco, le acque che naturalmente vi affluiscono da sorgenti, da rivoli, da torrentelli e da scoli di pioggie, trasformandoli in grandi *serbatoi.*

Il Piemonte ne conta di molti, da ognuno e massime dagli stranieri lodatissimi, e che con singolare ardimento e con ingegnosa sollecitudine, vengon costrutti da' privati.

Parmi pregio dell'opera il riassumere nel quadro qui sottoposto le estese nozioni che de' serbatoi del Piemonte più considerevoli ne diede nel suo trattato sui serbatoi Giacinto Carena:

DENOMINAZIONE del SERBATOIO	SUPERFICIE del SERBATOIO	PROFONDITÀ MASSIMA	SUPERFICIE IRRIGATA
Ternavasio.....	Ettari 20	Metri 5	Ettari 60 di prato
Olivieri.....	„ 6	„ 3	„ 7 „
Colombero.....	„ 4	„ 2,50	„ 13 „
Gallina.....	„ 4	„ 1,50	„ 8 „
Palermo.....	„ 5,50	„ 3	„ 9 „
Pralotero.....	„ 4	2 2	„ 8 „
Monsugian.....	„ 2	„ 2,50	„ 5 „
Pralormo.....	—	„ 18	„ 250 „

Le norme seguenti, ove siano opportunamente osservate, varranno ad assicurare la buona riuscita delle opere in discorso.

Converrà anzitutto portar attenzione alla forma del valloncello in cui trattasi di costruire un serbatoio, ed alla natura del suolo che lo costituisce. E primieramente, quanto alla forma, sarà mestieri che il valloncello abbia superficie non irregolare, foggiata a conca un poco declive in avanti e giacitura conveniente rispetto sia ai poggi circostanti per riceverne agevolmente l'acqua e gli scoli, sia alle terre da irrigarsi onde dispensar loro convenevolmente il proprio efflusso: quanto poi alla natura del suolo, converrà sia questo argilloso o comunque compatto in modo da ritener l'acqua, acciocchè questa non vada senza profitto dispersa pel fondo, sì che richieggasi di poi considerevole spesa per costituirvi di sopra, con molti trasporti e molta mano d'opera, un nuovo fondo argilloso.

Le acque che si raccolgono nel serbatoio dovranno essere più o meno costanti e svincolate da servitù, non che in quantità corrispondente ai bisogni. Occorre pertanto di studiare accuratamente dapprima l'origine ed il corso di tali acque, quali sono le stagioni in cui i rivi ed i torrentelli portano la loro piena e quale è la loro portata media effettiva; se quelle acque possano essere liberamente divertite o qual porzione di loro sia vincolata ai diritti altrui; qual sia la superficie del bacino topografico da cui possono avere gli scoli e quale la quantità di pioggia che sopra vi cade nell'anno; e di questa qual parte, secondo l'indole dei terreni, si possa considerare come scorrente alla superficie e recata al serbatoio.

A diversi argomenti devesi poi aver riguardo circa alla economia dei serbatoi. Ed in primo luogo si useranno gli opportuni accorgimenti nella costruzione degli argini o sostegni, e questi lascierannosi rassodare prima della immessione dell'acqua, acciò essa non abbia a scalzarli ed a comprometterne come che sia la stabilità. In secondo luogo dovrà la superficie irrigabile essere in tal rapporto colle acque del serbatoio che l'incremento di rendita che questo produce, possa pagare almeno l'interesse e le annuità per manutenzione del capitale da impiegarsi, e la rendita ritraibile dal fondo-terra del serbatoio. Per adempiere a quest'ultima circostanza richiedesi che gli artifizi da applicarsi alle bocche di estrazione siano semplici e solidi, chiudano

bene ogni uscita all'acqua e si aprano con facilità, siano congegnati in modo da potere successivamente adacquare i prati più alti dal fondo del serbatoio indi gli altri, e sieno massimamente tali che lascino defluire la falda superficiale, come quella che è più calda e più aerata e pella irrigazione più adatta che non la sottostante, che è cruda e fredda.

Prima di lasciare i serbatoi mi cade in acconcio di accennare come essi si possano benissimo applicare alla piscicoltura: si ottiene in questa guisa una nuova specie di proventi, un aumento quindi de' già considerevoli vantaggi arrecati da' serbatoi.

Derivazioni da corsi d'acqua naturali e da grandi canali. — Ruscelli, riviere, torrenti e fiumi, sono per ordine di capacità i naturali *condotti* delle acque correnti; e tutti ponno più o meno fornir alimento alla irrigazione. La costruzione di un ritegno che elevi il livello dell'acqua corrente e l'accumuli a data altezza, costituisce il mezzo più semplice per codeste derivazioni. *Chiuse* o *traverse* chiamansi appunto codesti ritegni, che opportunamente praticati servono ad immetter l'acqua nei *canali di derivazione.*

Le acque che provengono dai grandi corsi d'acqua sono nel più de' casi quelle che sopra le altre meglio si addicono ai bisogni della irrigazione. Infatti nel loro tragitto raccolgono scoli d'ogni maniera, si riscaldano, là ove le differenze più notevoli di livello nell'alveo danno luogo a cadute o rigurgiti si mescolano all' aria atmosferica e ritengonla a se stesse commista; sì che arrivano ai condotti d'irrigazione ricche di materie fertilizzanti, calde, aerate, fornite quindi di quelle qualità che ne rendono ottimo l'impiego in agricoltura.

PARTE SECONDA

STUDIO DEI PROGETTI D'IRRIGAZIONE

I.

STUDJ PRELIMINARI

Fra gli studii molteplici e svariatissimi che all'arte dell'ingegnere ponno offrirsi, quello dei Progetti d'Irrigazione è fuor di dubbio uno dei più interessanti. Se non che il problema di recare ad una più o meno vasta estensione di terreno il beneficio della irrigazione abbraccia un campo troppo largo perchè lo si possa agevolmente per intiero comprendere: laonde attenendomi alle generali cercherò solo di raccogliere i più importanti fra i criterii e le norme che in cosifatti studii debbono essere di guida all'ingegnere.

Generalità sui canali d'irrigazione. Le acque irrigatorie derivansi dalle loro Origini e recansi ai fondi irrigui per mezzo di canali.

Codesti canali che per loro natura prendono in complesso il nome di *canali d'irrigazione*, si debbono poi, per riguardo all'ufficio che ognun d'essi dee compiere, distinguere in quattro classi:

1ª Canali *d'irrigazione* propriamente detti; che suddividonsi poscia in *principali* e *secondarii*;
2ª Canali di scarico o *scaricatori*;
3ª Canali di scolo o *colatori*;
4ª Canali di distribuzione od *adacquatrici*.

Il *canale principale* è quello che, per mezzo di acconcie opere d'arte costituenti l'*edificio di presa*, riceve direttamente da un corso naturale l'acqua destinata alla irrigazione.

Due parti ben distinte esso presenta nel caso più generale: la prima, che intercede fra il punto di presa d'acqua e quello in cui i terreni trovansi ad un livello conveniente per essere irrigati, ha il semplice ufficio di *canale di condotta* e conserva per conseguenza costanti la larghezza e la sezione; la seconda che ha origine là ove incomincia il godimento dell'acqua per parte degli utenti, costituisce il *canale d'irrigazione* propriamente detto, e la sua larghezza e sezione debbono andar decrescendo a misura che, per derivazioni secondarie, ne resta impicciolita la portata. Noterò circa al canale di condotta ch'esso dee farsi di sufficiente lunghezza, per modo che, dovendo l'acqua per esso giungere al tronco inferiore solo in grazia di una minima pendenza assegnata al suo fondo, si possa poi collocare la soglia della presa abbastanza bassa perchè il canale riceva, anche nei tempi delle magre più risentite, il volume d'acqua che esso deve condurre.

I *canali secondarii* servono a condurre le acque destinate alla irrigazione di una limitata estensione di terreni, derivandole dal canale principale per mezzo di bocche di presa praticate lungo le sponde di questo e munite di moduli regolatori: voglionsi essi tenere nelle falde più elevate delle terre che devono usufruire le loro acque, giacchè così e non altrimenti è evidente potersi le medesime distribuire alle

singole porzioni di terreno. Rientrano in questa classe di canali le piccole derivazioni particolari che si prendono ai fiumi ed ai rivi, ed i canali di condotta per le acque dei fontanili e de' serbatoi.

Doppio scopo presentano i *canali di scarico:* l'uno di smaltire le acque che dagli edifizi regolatori, collocati lungo il canale irrigatore, vengon tolte al medesimo quando il suo livello supremo supera una data altezza; l'altro di divertire in certe epoche il corso dall'alveo principale per potere, mettendolo all'asciutto, procedervi alle necessarie operazioni di riparazione e di spurgo.

Venendo alle due ultime classi dei canali d'irrigazione, nulla dirò per ora dei *fossetti di distribuzione* od *adacquatrici* perchè ciò che li riguarda troverà altrove luogo più acconcio; ma occuperommi solo dei *colatori* che hanno importanza grandissima, giacchè un buon sistema di essi è condizione indispensabile ad una proficua irrigazione. In massima non è possibile una irrigazione senza pendenze: ora è evidente che nei *thalwegs* compresi fra le falde variamente inclinate tenderanno a raccogliersi le acque che scolano dalle terre irrigate; ne emerge quindi la necessità di smaltirle per mezzo di opportuni canali di *scolo*, affinchè ristagnando non danneggino il suolo. Per doppio argomento per la posizione cioè e per la grandezza differiscono i canali di scolo dai canali irrigatori; per la posizione, giacchè mentre questi ultimi vanno collocati nelle falde più elevate del suolo ne occupano quelli le più depresse ed i *thalwegs;* per la grandezza, perchè mentre i canali di irrigazione, come già lo dissi, veggon decrescere la loro sezione a misura che per le successive derivazioni ne diminuisce la portata, i colatori veggono all'opposto la loro portata accrescersi a misura che percorrendo terreno ricevono nuove immissioni, ciò che richiede un progressivo aumento nella loro sezione. Finattantochè un canale adempie soltanto all'ufficio di colatore, uopo è lasciargli tutta la pendenza che la disposizione e la natura del terreno comportano, e di più aver cura di rimuovere tutto ciò che impedir possa il libero scolo delle acque: ma allorquando i colatori giungono a terreni per tal guisa situati da poter essere irrigati colle acque da essi condotte, prendono il carattere di canali di irrigazione

e come tali si governano fino al totale smaltimento delle acque che devono essere per quanto è possibile impiegate in irrigazioni, avanti di pervenire ai bacini dei fiumi inferiori.

Riassumendo pertanto ciò che dissi dei canali che compongono un sistema di irrigazione: i canali principali ed i secondari ricevono le acque destinate alle campagne; i canali di scarico servono a mettere all'asciutto i precedenti ed a ricevere il soprappiù delle loro acque prima che sieno usate; i fossetti od adacquatrici distribuiscono le acque direttamente ai terreni; finalmente i colatori ricevono il prodotto diretto degli scaricatori, poi l'indiretto dei secondari e fossetti che loro arrivano sotto forma di colature d'ogni specie.

Il saper collocare i diversi canali secondo l'ufficio che ognuno di essi dee compiere, e tutti poi fra loro coordinare, sarà valida guarentigia pella buona riuscita della progettata irrigazione.

Studii sul terreno. Prima di intraprendere gli studii particolareggiati che devon servir di norma alla esecuzione di un'opera qualunque, è mestieri premetterne altri accuratissimi e più generali, che, accertandoci anzitutto della possibilità dell'opera, possano poi porci in grado di giudicare se l'opera stessa sia veramente utile, e risponda allo scopo che ad essa abbiam posto.

Prima cosa adunque a farsi dall'ingegnere incaricato di un progetto di irrigazione si è di riconoscerne la possibilità: e sarà questa accertata, 1° quando si riscontri a non troppa lontananza dalle regioni irrigabili un corso d'acqua o stagno o lago da cui poter derivare all'epoca della irrigazione il volume d'acqua desiderato; 2° quando il terreno ove vuolsi eseguire l'irrigazione sia suscettibile di questo beneficio, sia cioè non soverchiamente accidentato, ma presenti solo le pendenze necessarie perchè le acque possano liberamente scolarne senza che sia d'uopo ricorrere a troppo dispendiosi movimenti di terra.

La estensione e la natura dei terreni cui si vuol procacciare irrigazione sarà a prendersi in considerazione, per dedurne la portata d'acqua che a norma delle esigenze deve assegnarsi al canale.

Ciò premesso, alcune preliminari ricognizioni sul terreno, alcune

osservazioni accuratissime sulla generale configurazione del suolo, sulle sue pendenze generali, sulla direzione dei piccoli corsi d'acqua che ponno rintracciarvisi, infine alcune preparatorie livellazioni, saranno le prime operazioni che occuperanno l'ingegnere, acciò possa questi viemmeglio accertarsi della possibilità di stabilire nella località voluta un bene inteso sistema di irrigazione.

Un piano particolareggiato della località interessata, estratto dai piani catastali posseduti dal Governo e dai Comuni è per questi studii indispensabile; meglio ancora provvederassi a questa bisogna se, avendo agio e tempo, si rileverà un piano speciale topografico ed a curve orizzontali, poichè si otterranno così esattissime indicazioni di configurazione e di attitudini.

Colla scorta di consimili piani, delle ricognizioni fatte sul terreno e delle eseguite livellazioni, si potrà addivenire alla determinazione delle linee che dovranno esser percorse sia dal canale principale, sia dai canali secondarii: ed ove abbiasi a scegliere fra diverse linee suscettibili tutte di convenientemente adempiere allo scopo, dovrà la preferenza accordarsi a parità di circostanze a quella che richiede minore sviluppo siccome la più economica pell'acquisto dei terreni, per l'esecuzione dei lavori di terra e delle opere d'arte, infine pella manutenzione del canale.

Ciò non ostante converrà sempre aver presente che se la derivazione sia fatta da un corso naturale soggetto a magre molto risentite, sarà necessario il dare uno sviluppo più considerevole al canale di condotta stabilendo la presa dell'acqua per guisa che non faccia questa difetto nelle epoche più importanti pella irrigazione.

Allorquando l'ingegnere avrà eseguite tutte codeste preliminari ricognizioni e possederà tutti gli elementi che egli giudicò necessario raccogliere, per poter instituire un giudizioso confronto fra le spese necessarie alla esecuzione dell'opera e le rendite probabili che se ne possono attendere, egli darà opera alla redazione d'un primo progetto che dicesi *d'avviso* o *di massima*; che servirà a dare una idea possibilmente esatta della derivazione d'acqua progettata, e dell'insieme del sistema di irrigazione che da quella trae alimento.

II.

STUDIO DEI PROGETTI DEFINITIVI

Determinazione delle pendenze e sezioni dei canali. Gli studii di cui ho parlato finora oltre al persuadere l'ingegnere della possibilità e convenienza dell'opera, gli porgono materia su cui basare gli studii del progetto definitivo che dovrà poi servir di norma alla esecuzione della progettata irrigazione. Venendo ora a questi, dirò prima delle considerazioni che sono a farsi per addivenire alla determinazione delle pendenze e delle sezioni da adottarsi pei varii canali.

In un canale d'irrigazione sebbene in generale sia utile l'economizzare le pendenze per più fini, quali sarebbero il minor dispendio che risulterebbe nei rivestimenti e difese atte a riparare il fondo, le sponde e le opere d'arte dalla foga della corrente pure il principale scopo cui una tale specie di canali è diretta a conseguire, consiglia di assegnar loro pendenze deboli sì ma non minime, ciò che dovrà farsi a più forte ragione se le acque che si posseggono recano torbide limacciose, per evitare gli effetti dei depositi e sedimenti che altrimenti si formerebbero ed aumenterebbero di soverchio le spese di manutenzione e di spurgo, già d'ordinario ragguardevoli.

Queste considerazioni valgono bensì a definire la natura delle pendenze convenienti ad un canale irrigatore; ma non a determinarle in causa delle molteplici circostanze che su di esse ponno avere influenza. Solo il criterio dell'ingegnere ed un attento esame su quanto si operò nei canali che diedero i migliori risultati, potranno guidarlo alla buona

risoluzione del problema: e nelle sue pratiche ricerche potrà egli giovarsi della tavola seguente data dal *Nadault de Buffon*, in cui sono consegnate pendenze, per metro e per chilometro di percorso, osservate in vari tronchi di canali in ottimo esercizio.

CANALI D'IRRIGAZIONE

PENDENZE

per metro	per chilometro	per metro	per chilometro
$\frac{1}{1666}$	0,^{m}600	$\frac{1}{2500}$	0,^{m}400
$\frac{1}{1800}$	0,^{m}550	$\frac{1}{3000}$	0,^{m}333
$\frac{1}{2000}$	0,^{m}500	$\frac{1}{3333}$	0,^{m}300
$\frac{1}{2400}$	0,^{m}458	$\frac{1}{3600}$	0,^{m}277

Le osservazioni ora fatte si applicano ai canali d'irrigazione propriamente detti: le pendenze che debbono assegnarsi ai canali di scarico ed ai colatori saranno assai più risentite, non però tali che la velocità che l'acqua in essi concepisce possa accagionare guasti e corrosioni al terreno.

La ricerca delle sezioni convenienti ad un canale irrigatore per se stessa già delicata, a cagione delle prese d'acqua che da esso come dissi più sopra vanno man mano effettuandosi a profitto dei canali secondari, riesce per altro argomento più complicata e difficile: dovendo infatti le pendenze di un canale irrigatore variare da tronco a tronco a seconda delle esigenze che nel suo percorso si verificano, do-

vranno colle pendenze variare altresì le sezioni, acciò si possa ottenere costantemente la voluta portata. In questa ricerca, come nella precedente, ottima cosa sarebbe il riferirsi a canali già esistenti ed in esercizio; se non che la relazione che lega le pendenze colle sezioni, esigendo che il canale che si sceglie a modello sia in condizioni di sezione e di pendenza perfettamente identiche a quelle del canale che si ha a costruire; codesto mezzo, che sarebbe ad un tempo il più agevole ed il più sicuro, riesce assai difficilmente attuabile: si ha quindi ricorso all'uso di formole, le quali stabiliscono delle relazioni fra la portata, la pendenza e la sezione di un corso d'acqua.

Codeste formole vennero stabilite dietro criterii teorici e pratici da vari celebri idraulici fra i quali *Eytelwein* e *Prony*; ma come il riportarle qui esigerebbe una discussione su principii teorici che mi porterebbe oltre i limiti a questi *Cenni* prefisso, così riporterò una formola data a quest'uopo dal *Tadini*, basata su un numero ragguardevolissimo di esperienze, e che il sig. *Nadault de Buffon* riporta nella sua opera «*Des Canaux d'irrigation*» consigliandola come d'uso eccellente pella pratica. La formola quale io la ricavo dall'opera or citata è la seguente:

$$0{,}0004\ Q^2 = \cos\varphi\ l^2\ h^5$$

ossia:

$$Q = 50\ l\ h\ \sqrt{h\cos\varphi}$$

nella quale rappresentasi con:

Q la portata d'acqua del canale;

l la larghezza media della sezione;

h l'altezza di questa;

$\cos\varphi$ la pendenza per metro corrente, giacchè questa è uguale al coseno dell'angolo che la linea di fondo fa colla verticale.

Ciò che distingue questa formola si è che la sezione vi è rappresentata semplicissimamente dal prodotto delle sue dimensioni l ed h; ciò che non è punto inesatto perchè le sezioni dei canali hanno sempre forma trapezia o rettangola. Indicando ora con:

S la sezione cercata;

u la velocità media;

Sapendosi d'altronde essere:

$$Q = S\,u$$

si avrà dalla formola succitata:

$$S = l\,h = \frac{Q}{u} = \frac{Q}{50\sqrt{h}\cos\varphi}$$

Poche ma interessantissime considerazioni varranno ora a completare quanto intorno al soggetto in discorso ho divisato d'esporre.

La portata d'un canale non consta soltanto del volume d'acqua effettivamente distribuito nelle irrigazioni, ma comprende esso inoltre: 1° l'acqua che per infiltrazione ed evaporazione va perduta; 2° quella che sfugge per gli interstizii delle saracinesche e degli scaricatori: 3° infine quella che sgorga in eccedenza nelle derivazioni fatte da moduli inesatti. Queste tre cause di diminuzione della portata, siccome quelle che grandemente influiscono sulla determinazione delle pendenze e sezioni, non sono a trascurarsi: se non che lo stabilire fra esse una esatta distinzione, e il valutare il disperdimento d'acqua che ad ognuna dee attribuirsi è cosa impossibile: forza è quindi lo appagarsi di un computo complessivo ed empirico.

In Lombardia si è fatto questo còmputo per tre de' suoi canali principali, cioè il Naviglio Grande, il canale della Martesana e quello della Muzza: misurando direttamente all'origine l'acqua immessa nell'alveo

e paragonando poi tal quantità colla somma delle concessioni fatte agli utenti, risultò che la perdita media era di 0,15 circa del volume immesso.

Ritenuto questo dato come molto approssimato, per avere la portata vera da assegnarsi ad un canale, bisogna moltiplicare per 1, 15 il volume d'acqua richiesto.

Le piante acquatiche che ponno crescere e vegetare nell'alveo e le sorgenti che vi si ponno per avventura rintracciare, sono fatti che in diversa guisa influiscono sulla determinazione della vera portata d'un canale e perciò sulle pendenze e sulle sezioni; conciossiachè, cagionando il primo una diminuzione di velocità, richiederebbe un aumento nelle pendenze e nelle sezioni, mentre il secondo, aumentando direttamente la portata autorizzerebbe a diminuirle. È però ad avvertire che tali cause d'alterazione non si riscontrano sempre; e solo alloraquando assumono serie proporzioni dovrà l'ingegnere prenderle in considerazione, basandosi sul suo criterio e su quanto dalla osservazione di casi analoghi gli verrà fatto raccogliere.

Finalmente la natura stessa di ciascuno de' canali che compongono un sistema d'irrigazione deve influire sulle pendenze e sulle sezioni; ed ho già altrove avvertito come i canali *irrigatori* vadano diminuendo di sezione a misura che per nuove derivazioni la portata ne è diminuita, mentre invece accade l'opposto pei *colatori* a misura che il loro percorso aumenta.

Tracciamento definitivo de' canali. Profili. Il tracciamento definitivo d'un canale d'irrigazione essenzialmente dipende dalla determinazione fondamentale delle pendenze che in una data località ponno convenirgli: su queste pendenze dovrà adunque basarsi l'operazione del tracciamento.

Regole esatte che possano per tale operazione convenire a qualunque località non ponno aversi: limiterommi quindi ad alcuni precetti generali ed applicabili qualunque siano le circostanze dei luoghi.

Anzitutto si eviterà con ogni cura di attraversare così i terreni di soverchio bassi ed elevati come i terreni mobili e permeabili; poichè

esigerebbero i primi troppo grandi movimenti di terreno, i secondi opere dispendiosissime di rivestimento per impedire le frane e le infiltrazioni. In secondo luogo (avendo però sempre presente al pensiero che è d'uopo tenere il canale a conveniente altezza sui fondi irrigui) converrà procurare la massima economia dei trasporti di terra, che si abbia cioè una eguaglianza la più approssimata possibile fra gli *sterri* e gli *interri*. Saranno poi ad evitarsi nel tracciamento i gomiti e le brusche sinuosità, giacchè equivarrebbero esse ad una notevole diminuzione dello sbocco e della sezione che deve essere esattamente calcolata. Ne risulterebbe adunque il triplice inconveniente: 1° di sconvolgere tutti i calcoli che si fossero basati sull'utile impiego di un dato volume di acqua; 2° di rendere inutile la spesa fatta per aprire il canale colla sezione effettiva nelle porzioni d'alveo non soggette a tale spiacevole influenza; 3° di far soggiacere a spese di rivestimenti e di manutenzione, che mai non mancano di verificarsi nei gomiti fatti da canali ad acqua corrente.

Non sarà poi a dimenticarsi per ciò che risguarda gli sviluppi ed i raccordamenti curvilinei, che essi saranno tanto più convenienti quanto più grande sarà il loro raggio; e che è a ritenersi il raggio di 100 a 150 metri come un limite minimo, oltre cui l'esperienza insegna non doversi discendere.

Stabilita per tal modo la linea del tracciamento definitivo, si procederà lungo la sua direzione ad un'ultima ed accuratissima livellazione che darà il profilo longitudinale del progetto, sul quale potrà stabilirsi la linea di pelo d'acqua e quella del fondo del canale.

Questa linea definitiva deve essere accuratamente indicata sul terreno in ogni sua parte col mezzo di capi-saldi, che possano rintracciarsi anche dopo un lungo lasso di tempo; posto che tra la redazione del progetto e la esecuzione dei lavori si frappongano indugi, si traccia in seguito un solco di 0,^{m}20 a 0,^{m}25 di profondità che indichi l'esatta direzione di tutto l'asse del canale, e finalmente due solchi laterali un po' meno profondi che limitino la estensione dei terreni da occuparsi per tutto il percorso dell'alveo.

Vengo ora ai profili trasversali.

Parlando più sopra delle sezioni dei canali d'irrigazione la indicai solo come capacità sufficiente a contenere il volume d'acqua che vuolsi condurre: ma tal sezione, che è rappresentata dalla figura compresa fra il livello dell'acqua ed il fondo del canale non è quasi sempre che una parte del profilo trasversale, poichè questo comprende eziandio la prosecuzione superiore delle sponde e le scarpe inclinate. L'altezza delle sponde comprese fra il livello normale dell'acqua ed i margini superiori non deve esser grande in un canale di irrigazione, sopratutto se ben regolato: a rigore 0,^{m}15 a 0,^{m}20 basterebbero, ma l'esperienza e gli ottimi esempi dei canali del Piemonte e della Lombardia consigliarono di assumere 0,^{m}40 a 0,^{m}45. La inclinazione delle scarpe deve essere regolata secondo la natura del terreno sul quale si opera: avvertendo di conciliare la economia dei movimenti di terra nella esecuzione del canale, colla economia delle spese ulteriori di manutenzione, le quali in causa delle degradazioni che avvenir ponno nelle scarpe riescono soverchiamente aumentate.

Egli è chiaro che se una porzione del canale deve aprirsi nella roccia, l'inclinazione della scarpa può ridursi allo zero; adotterassi allora un profilo rettangolare che corrisponde al minimo degli *sterri*: nei casi ordinari in terreni solidi si adotta un profilo di forma trapezia, assegnando alle scarpe una inclinazione che può variare da 1|2 ad 1 di base per 1 d'altezza. Tutto dipende in una parola dalla maggiore o minore stabilità del terreno, che deve degradarsi il men che sia possibile, sotto le combinate influenze delle vicende atmosferiche.

Quando la profondità del fondo del canale sotto il livello del suolo non è maggiore di 2 a 3 metri le scarpe inclinate si dispongono come nella fig. 7ª, Tav. I; al di là di questa profondità le scarpe si dispongono a scaglioni frammezzandole con banchine come dimostra la fig. 8ª; queste banchine devono con una larghezza conveniente essere stabilite alla minima altezza al dissopra dell'acqua, salvo a riprodurle come mostra la fig. 9ª se le trincee hanno profondità ragguardevoli. Questo sistema che dà ai canali una figura risultante dalla sovrapposizione di molti trapezii, presenta due vantaggi: il primo di agevolare lo spurgo che si farà sulle banchine inferiori, il secondo di trattenere su

queste le terre provenienti dalla degradazione delle scarpe superiori e di impedire che vengano a cadere nel canale. Alloraquando nei canali di irrigazione si riscontrano i *rialzi*: prendono in tal caso i profili la forma indicata dalla fig. 11ª; chè se considerevole è il rialzo, sarà bene di adottare la disposizione a scaglioni come lo indica la fig. 12ª, quantunque poi non presentando tale disposizione nei lavori in rialzo i medesimi vantaggi che nei lavori in iscavo, si creda opportuno restringerla al caso in cui un controfosso ordinariamente pieno d'acqua corra a' piedi della scarpa inclinata. La inclinazione che in questo caso deve assegnarsi alle scarpe non sarà minore di 45° per le terre ordinarie: e se per economia di spazio si giudichi conveniente adottare una inclinazione minore di 1 1/2 non si dovrà giammai scendere dissotto di 1 1/3 di base per 1 di altezza.

III.

OPERE D'ARTE. MANUTENZIONE DEI CANALI.

Affinchè la irrigazione si effettui in modo lodevole, non solo è necessario che il terreno sia disposto sotto piani e livelli adattati, ma occorre eziandio che i canali di irrigazione sieno provveduti degli occorrenti edifizi, onde facile e pronta riesca la presa, condotta e distribuzione delle acque ai singoli terreni da irrigarsi. Laonde l'ingegnere dopo di avere studiato la disposizione complessiva del progettato sistema d'irrigazione, accingerassi allo studio degli edifizi occorrenti; onde stabilirli per guisa che soddisfacciano pienamente ai bisogni.

Bocche d'estrazione. Chiuse. Per derivare l'acqua da un corso naturale, si adopera una *chiusa* o *diga* o *traversa*, che dir si voglia, collocata nell'alveo del medesimo, in direzione obliqua alla corrente, e costrutta in muratura a secco sostenuta da palate. La forma e la disposizione che soglionsi assegnare a codesti edifizi, è indicata dalle figure 1ª e 2ª, Tavola II, che rappresentano la sezione trasversale e la pianta d'una chiusa: effetto di una tale opera è d'alzare il pelo dell'acqua a monte del luogo ove essa esiste, e perciò di sollevarlo sulla soglia della bocca di estrazione, per la quale l'acqua scaricherassi entrando nel canale aperto sempre a monte (fig. 2ª) della chiusa. La larghezza della bocca d'estrazione può calcolarsi dietro la nota formola del *Tadini* (vedi pag. 24).

$$x = \frac{Q}{50\, h \sqrt{h \cos \varphi}}$$

nella quale x è la larghezza cercata.

Moduli e partitori. Allorquando la quantità d'acqua a derivarsi sia determinata, come accade per esempio nelle derivazioni prese ai canali *principali* a profitto dei *secondarii*, allora è mestieri munire la bocca di estrazione di un edificio il quale misuri la quantità d'acqua che si deriva: di tali edifizi, detti *regolatori* o *moduli*, mi riserbo di parlare nella terza parte di questo scritto, nella quale troveranno luogo acconcio eziandio i *partitori* che sono edifizii per mezzo dei quali si divide fra diversi utenti ed in proporzioni definite il volume d'acqua che defluisce in un canale, senza ricorrere alla sua misurazione col mezzo di moduli.

Chiaviche ed incastri. I canali di derivazione, in ispecie quelli costruiti per servizio immediato della irrigazione non debbono nel più de' casi condurre acqua che in alcune epoche determinate; quelli che

conducono acqua perennemente è mestieri di scaricare in epoche parimente determinate: accade infine nei canali di scolo che le loro acque si trovino momentaneamente più basse di quelle esistenti nei cavi o recipienti ove immettono, per cui è d'uopo trattenerle fino a che possa effettuarsi lo scolo. Tutte queste operazioni o di derivare acqua nei tempi determinati come nel primo caso, o di scaricarle come nel secondo, o di trattenerle per poscia sfogarle come nel terzo, si eseguiscono coll'aprire o chiudere con saracinesche o cateratte le sezioni di imboccatura o di sbocco de' canali. Tali cateratte col complesso dei manufatti a quest'uopo destinati costituiscono gli edifizi detti *chiaviche* od *incastri*.

Le chiaviche ponno costruirsi in legname od in muratura: le saracinesche però sono per lo più in legname; talvolta anche in lastra di ferro. La disposizione dell'insieme di una chiavica od incastro semplice è posta in chiaro dalle figure 3ª e 4ª che la rappresentano in pianta ed in elevazione; se notevole sia la sezione del canale, le chiaviche si fanno di più luci come vedesi nelle fig. 5ª e 6ª. Alcuna volta le chiaviche hanno dimensioni ragguardevoli, allora è mestieri munirle di opere di rinforzo e di riparo, che si dovranno a seconda dei casi convenientemente stabilire. Rientrano nella classe delle chiaviche i piccoli incastri che si costruiscono sulle *adacquatrici* principali, all'oggetto speciale di dirigere le acque su di un determinato appezzamento, ovvero di sostenerle affinchè, sorpassando le sponde, vadano a diffondersi sul terreno circostante: si eseguiscono codeste opere minori d'ordinario completamente in legname e loro si dà la disposizione indicata dalla figura 7ª. La manovra delle saracinesche nelle chiaviche può eseguirsi in molte guise; la fig. 5ª indica uno degli ingegni a quest'uopo immaginati.

Ponti-canali e sifoni. I canali d'irrigazione deggiono talvolta, in conseguenza delle disposizioni del terreno, essere attraversati da altri corsi d'acqua; allorquando due correnti si intersechino senza confondersi fra loro, se una delle correnti abbia il fondo più elevato dell'altra in modo che l'attraversamento si possa eseguire senza alterarne i

livelli, l'edifizio che si costruisce per sovrapassaggio dell'una all'altra corrente si chiama *ponte-canale*. I ponti-canali più semplici sono formati da tre lastre di pietra (fig. 8ª e 9ª) una delle quali si chiama *fondo*, e si appoggia su due spalle in muratura; mentre le altre due collocate verticalmente su di quella formano le *sponde* del canale. Se i ponti-canali debbono attraversare corsi d'acqua di considerevole larghezza, si costruiscono in allora, come i ponti ordinari; le fig. 10ª e 11ª mostrano un esempio di siffatti edifizii. Un' avvertenza essenziale da aversi nella costruzione dei ponti-canali si è di non restringere possibilmente l'alveo del canale superiore nè quello del canale inferiore. Succede in molti casi che il corso d'acqua che deve attraversarsi sia di pelo inferiore a quello del canale d'irrigazione, ovvero che il pelo d'acqua di questo si elevi per rispetto a quello a sì piccola altezza che non sia possibile la costruzione di un ponte-canale: in queste circostanze vengono costruiti edifizii, che sono atti a far passare l'acqua scorrente nel canale considerato al dissotto il corso d'acqua da attraversarsi, i quali si denominano *botti sotterranee*, *trombe* od anche *trombe a sifone*: le figure 12ª e 13ª offrono le sezioni longitudinale e trasversale di una *tromba a sifone*.

Rivestimenti. Altre opere d'arte occorre talvolta di eseguire nei canali di irrigazione: sono questi i rivestimenti in muratura di cui si muniscono le sponde dei canali allorquando non si giudichi il terreno di sufficiente resistenza: la fig. 10ª Tav. I dà un esempio di codeste opere di rivestimento.

Manutenzione dei canali. Il desiderio di lasciar questo scritto un po' meno incompleto, mi spingerebbe a dire ora alcunchè della esecuzione de' lavori di terra e delle opere d'arte; me lo vietano gli stretti limiti a questi Cenni prefissi: laonde supporrò che l'ingegnere, uniformandosi per questo lato alle regole dell'arte sua, abbia diretta la esecuzione de'lavori, conciliando colla durata, l'economia, che devesi mai sempre prendere in seria considerazione.

La buona esecuzione dei lavori, se è valida guarentigia pella durata delle opere d'arte e del canale, non può poi prevenire le degradazioni che col tempo non mancano di avverarsi: converrà pertanto diligentemente provvedere alla pronta riparazione delle degradazioni che si andranno man mano riscontrando, acciò divenendo esse considerevoli non arrechino di gravi danni.

La *manutenzione* di un canale d' irrigazione consiste nelle ordinarie *riparazioni* alle opere d'arte e principalmente negli *espurghi* che è mestieri operarvi di frequente. Non sarà difficile l'apprezzar l'importanza di questa operazione se si rifletta che i depositi terrosi e melmosi cagionano ristringimenti nella sezione del canale, con pericolo quindi bene spesso di non potere introdurre in esso tutta l'acqua che deve condurre senza che questa irrompa straripando dai margini superiori. Codesti interrimenti cui sono soggetti i canali sono ancora maggiormente pregiudizievoli, poichè constando ordinariamente di terre smosse e di buona qualità favoriscono la vegetazione delle piante acquatiche, i cui inconvenienti ebbi già altrove a segnalare.

Necessita adunque, sì tosto che lo si riconosce necessario, provvedere all'estirpazione o taglio delle erbe acquatiche ed all'*espurgo* propriamente detto, che compiesi mediante la esportazione dei depositi terrosi.

Codeste operazioni eseguisconsi d'ordinario due volte ogni anno, cioè in aprile ed in settembre, mettendo a *secco* i canali. Quantunque siano la primavera e l'autunno le due stagioni nelle quali una interruzione nelle irrigazioni cagiona il minor numero d'inconvenienti, non è a dirsi quanto meglio sarebbe se tale interruzione non avesse a verificarsi. Si cerca adunque da taluni di compiere le operazioni richieste per la manutenzione dei canali senza metter questi allo asciutto; si recidono con una falce le erbe acquatiche sott'acqua e si esportano i depositi limacciosi col mezzo di cucchiaie od altri simili ingegni: ma gli inconvenienti di un tal procedimento sopravvanzano d'assai i vantaggi ch'esso presenta, poichè i depositi incompletamente rimossi e le terre poste in sospensione nell'acqua agitata andranno a deporsi non molto lungi, mentre che le erbe mal tagliate spiegheranno una vegetazione più rigogliosa e potente.

Miglior consiglio è dunque il mettere in secco i canali chiudendo le chiaviche della presa d'acqua e vuotandoli col mezzo degli scaricatori; e stabilendo ture formate di cavalletti, fascine e terra allorquando, come spesso accade, si ha bisogno di metterne a secco solo una parte.

La manutenzione dei canali arreca una spesa tanto più considerevole in quanto che deve essa frequentemente ripetersi, ciò non pertanto la ponderata collocazione dei canali e l'accurata esecuzione dei lavori concorreranno notevolmente a diminuirla.

PARTE TERZA

MISURA E DIVISIONE DELL'ACQUA IRRIGATORIA

I.

MISURA DELL'ACQUA.

Lo stabilimento di un sistema d'irrigazione richiede che si riscontri, a conveniente distanza dalle regioni irrigabili, un corso d'acqua, o serbatoio, o sorgente da cui si possa ricavare il volume d'acqua desiderato: accertata pertanto la esistenza dell'una o dell'altra di queste *origini*, sarà mestieri procedere alla *misura* dell'acqua che può essa fornire.

La *portata* di un canale è data dal prodotto della *sezione* bagnata per la velocità *reale* con cui l'acqua in esso trascorre; per ottenere codesta portata è adunque necessario il determinare la velocità *reale* dell'acqua, ed il misurare l'area della *sezione* bagnata.

La velocità de' fili fluidi compresi in un corpo d'acqua che scorre non può dovunque essere costante; conciossiachè que' fili fluidi che trovansi immediatamente a contatto col fondo e colle pareti del canale risentiranno per questo contatto una resistenza d'attrito, che tenderà a diminuire la velocità ond'essi sono animati, a renderla per conseguenza minore di quella dei fili fluidi che si trovano alla superficie e nella parte centrale del corpo d'acqua considerato.

Emerge di qui la necessità di conoscere la *media* fra tutte le velocità dei diversi fili fluidi; e questa riesce facile il determinare allorquando si conosca la velocità *superficiale* dell'acqua, giacchè ci è noto il rapporto che la velocità *media* di un corso d'acqua ha colla velocità de' fili fluidi che compongono gli strati superficiali. Le ricerche pertanto dovranno esser rivolte alla determinazione della velocità superficiale, ed ecco come vi si procede sperimentalmente. Si getta nell'acqua un galleggiante che può essere una palla di legno con infissovi qualche chiodetto, tanto che la si sostenga ma tutta si immerga nella corrente; e si misura, colla scorta di un orologio a secondi, il tempo ch'essa impiega a percorrere uno spazio determinato. Alcune avvertenze sono ad aversi acciocchè la esperienza possa porgere risultati sicuri: è d'uopo anzitutto che il *tronco* di canale che si sceglie sia possibilmente rettilineo, o che almeno non presenti sinuosità, e che le sponde sian sgombre da qualsiasi ostacolo che recar possa impedimento al libero corso dell'acqua; in secondo luogo è buon consiglio quello di ripetere più volte le esperienze; e per aver certezza che il galleggiante prenda intieramente la velocità che ha l'acqua, converrà gettarlo sempre un po' in amonte del punto in cui si incomincia ad osservarlo.

Misurato accuratamente sopra una delle sponde il tratto considerato, da questa misura e dal numero de' minuti secondi dal galleggiante impiegati a percorrere quel tratto, dedurrassi lo spazio da esso percorso in un minuto secondo, e quindi la velocità superficiale dell'acqua.

Da accuratissime esperienze del signor *De' Prony* si dedussero i rapporti seguenti fra le velocità superficiali e le medie:

VELOCITÀ SUPERFICIALE per minuto secondo	RAPPORTO DELLA VELOCITÀ MEDIA alla velocità superficiale
0, 10	0, 760
0, 50	0, 786
1, 00	0, 812
1, 50	0, 832
2, 00	0, 848
2, 50	0, 862
3, 00	0, 873
3, 50	0, 883
4, 00	0, 891

Ottenuta sperimentalmente la velocità superficiale non si avrà che a moltiplicarla pel rapporto che con essa ha la media, ed il prodotto che se ne ottiene, moltiplicato a sua volta per l'area della sezione bagnata, darà la *portata* che si ricerca.

La misura dell'area della sezione bagnata non sarà difficile a farsi se il canale, nel tratto su cui esperimentossi per determinare la velocità media, offra un profilo trasversale geometrico e regolare; ed ove ciò praticamente non si avveri converrà provvedervi ad arte. Se il corso d'acqua abbia una larghezza non superiore a $1,^{m}50$ potrà formarsi un canale artificiale a sezione rettangolare con tavole di legname che si appoggieranno, per una lunghezza non minore di 10 metri, sulle sponde e sul fondo del canale convenientemente a questo uopo disposte: ove la larghezza del corso d'acqua raggiunga gli 8 metri converrà regolarizzarne, per un tratto di circa 30 metri di lunghezza, le sponde ed il fondo per guisa da renderli piani ed a pendenza uniforme, riducendo la sezione trasversale a forma trapezia: in ambi questi casi misurata l'altezza a cui l'acqua s' innalza dedurrassi agevolmente l'area della sezione bagnata coi metodi geometrici.

Ma allorquando il corso d'acqua sia di larghezza così grande che più non vi si possa adattare il canale in legname, nè regolarizzarne per niuna guisa la sezione, uopo è l'accontentarsi di rilevarne il pro-

filo trasversale in tre o quattro punti distanti fra loro di 30 a 40 metri, nei tronchi ove il percorso sia sensibilmente rettilineo, ed ove la superficie tranquilla dell'acqua indichi che le disuguaglianze del suolo non sono soverchiamente numerose e che non vi si rinvengono di bruschi risalti. Per rilevare il profilo trasversale in un corso d'acqua che si trovi in queste condizioni, si tende e dall'una all'altra riva una fune: e notati su di questa diversi punti ad eguale distanza l'un dall'altro, in ognuno di questi si eseguisce uno scandaglio verticale accuratissimo, che farà conoscere la profondità che ha l'acqua. I dati sperimentali per tal guisa ottenuti si riportano sulla carta; e congiunti con linee continue i punti che segnano le profondità, si avrà un disegno assai approssimato del letto del corso d'acqua considerato: ne risulterà una serie di trapezii di ciascuno dei quali calcolerassi la superficie, e dalla somma di codeste aree parziali otterrassi l'area cercata della sezione totale.

Il metodo di misura ora esposto s'applica di preferenza ai corsi d'acqua alquanto considerevoli: havvi un altro metodo assai più speditivo che applicasi di preferenza ai piccoli corsi d'acqua ed alle sorgenti, e che consiste nel far passare l'intiero corpo d'acqua per una luce *a stramazzo:* ecco come lo si possa praticare: si prende una lastra di ferro di convenienti dimensioni, e guernitone il contorno di regoli di legno o di ferro per impedire che s'incurvi, vi si pratica una luce libera di 0^m, 20 a 0^m, 30 di larghezza; si colloca in seguito la lastra attraverso l'alveo del canale, e purchè s'abbia cura di far si che l'acqua non possa sfuggire nè dai lati, nè al dissotto di quella, tutto lo sgorgo effettuerassi per l'accennata apertura.

Converrà aver cura nello eseguire codesto esperimento che l'acqua in amonte della luce a stramazzo si mantenga quasi in quiete, per avere poi certezza che la erogazione della bocca equivalga alla portata.

Allora detta:

H L'altezza del livello dell'acqua al dissopra della base della luce e che potrà agevolmente ottenersi leggendola sui lembi verticali della luce istessa a quest'uopo convenientemente graduati.

L La larghezza della luce.

g La gravità che si ritiene $9^m,8088$.

Q La portata che si cerca.

Si avrà la formola

$$Q = 0{,}405\, L\, H\sqrt{2\, g\, H}$$

per mezzo della quale, sostituendovi i valori che per ciascuna sperienza si saranno ottenuti, potrà calcolarsi la portata che si cercava.

Portata delle bocche modellate. A complemento di quanto dissi sulla misura delle acque darò la formola che l'idraulica ne somministra per calcolare la portata delle luci *modellate.* Quando la luce d'efflusso sia aperta nelle pareti del serbatoio o canale, l'acqua ne sgorga con una velocità che dipende dall'altezza del pelo al dissopra del *centro di pressione* della bocca: ma sgorgando si restringe e contrae dando luogo al fenomeno che si chiama *contrazione della vena fluida:* sì che la sezione effettiva da cui dipende il volume erogato, non è più quella della bocca: ma è l'altra là ove la vena prova la sua massima contrazione. Ne segue adunque che la portata reale sarà minore della portata che la teoria assegnerebbe alla luce che si considera e che sarebbe rappresentata dal prodotto dell'area della luce d'efflusso pella velocità con cui fassi lo sgorgo: per ottenere quindi il vero valore della portata reale, farà d'uopo correggere il risultato della formola teorica con un coefficiente che chiamasi appunto *coefficiente di riduzione della portata.*

Se si chiama:

b l'altezza del *battente*, cioè l'altezza del pelo d'acqua nel canale o nel serbatoio, al dissopra dell'orlo superiore della luce;

h l'altezza del pelo stesso al dissopra del centro di pressione della detta luce;

a l'altezza di questa;

l la sua larghezza;

g la gravità che ritiensi in media 9, 8;

m il coefficiente di contrazione che per le bocche modellate ordinarie si può prendere = 0,60; e facendo per approssimazione $h = b \times \frac{1}{2} a$, il volume d'acqua erogato in 1″ da una bocca modellata di figura parallelogrammica è espresso approssimativamente dalla formola:

$$Q = 0{,}50\, l\, a \sqrt{2\, g \left(b + \frac{1}{2} a \right)} = 2{,}65\, l\, a \sqrt{b + \frac{1}{2} a}$$

Codesta formola giova nei casi ordinarii quando la luce o bocca sia tagliata in *parete sottile*, cioè tale direi che l'acqua non vi scorra a dilungo, ma ne spicchi quasi dal solo perimetro interno. Che se la parete è tanto grossa che faccia ufficio di tubo di accompagnamento; allora la contrazione della vena rimanendo, se non distrutta, almeno notevolmente diminuita, rimarranne accresciuta la dispensa delle acque: e ciò in maniere diverse e corrispondentemente alla forma che offre la interna superficie della luce. Così cresce la dispensa nella ragione di circa 8 : 6 se l'incavo della bocca ha forma parallelepipeda o cilindrica; di 10 : 6 se ha forma di cono convergente; di 12 : 6 se ha forma di cono divergente: finalmente di 13 : 6 se l'incavo ha figura di due coni tronchi i quali, riuniti alla bocca d'efflusso, si allarghino rispettivamente uno in dentro, l'altro in fuori.

II.

MODULI.

Le concessioni d'acqua ponno farsi stabiliendo un *annuo canone d'acqua* per ogni ettare del fondo irrigato: ma questo sistema, ponendo l'acquirente nel pien diritto di pretendere tutta l'acqua che sul suo fondo può consumarsi, addivien fonte di notevolissimi abusi.

Praticasi invece da altri di concedere mediante prezzo convenuto, l'uso delle acque sgorganti, sia in modo continuo, sia per un tempo determinato, da orifizii muniti di semplici saracinesche ed aperti *direttamente* sulle sponde del canale irrigatore. Non è mestieri l'entrare in minuti particolari per addimostrare come codesto sistema non vada esente da inconvenienti, fra i quali non è ultimo quello di rendere facili di soverchio gli abusi aventi per iscopo di alterare a profitto degli utenti la portata delle bocche di erogazione.

Queste osservazioni portano di conseguenza a concludere come sia sommamente necessario di avere un apparecchio che, escludendo la frode e l'arbitrio, operi con esattezza la distribuzione dell'acqua. A questo scopo servono i *moduli* che sono appunto opere in muratura destinate a derivare da un canale irrigatore le competenze degli utenti o portate dei canali secondarii. Consiste essenzialmente un modulo in una vasca o calice in muratura; una delle pareti di essa è addossata alla sponda del canale e offre la luce d'immissione dell'acqua che, per mezzo di una saracinesca regolatrice, è poi mantenuta a livello costante nella vasca: nella parete opposta è praticata la luce d'efflusso pella quale effettuasi la presa della competenza dell'utente.

Un tal modo di derivazione chiamasi *concessione a bocca tassata.*

Dovendo la unità di misura dell'acqua fluente essere una quantità determinata e quanto si può costante, è d'uopo convenientemente fissarla. Il Codice Albertino fissava per l'unità di misura di cui parlo il *Modulo* definendolo: quella quantità d'acqua che con libera caduta e pella sola pressione dell'acqua stessa passa per una luce quadrata di 0,^{m}2 di lato, aperta in parete sottile, sotto un battente di 0,^{m}2. La dispensa del Modulo era di circa 58 litri per 1″. Il nuovo Codice Civile del Regno d'Italia non prescrive più nè la forma nè le condizioni di collocazione della luce modulare, e solo stabilisce che nelle concessioni in cui è convenuta ed espressa una costante quantità d'acqua, questa quantità debba esprimersi in relazione all'unità di misura detta *Modulo*, definendo questo (Art. 622) « Un corpo d'acqua che scorre nella quantità di 100 litri al minuto secondo, e si divide in decimi, centesimi e millesimi. »

Allorquando la pratica delle irrigazioni incominciossi a regolarizzare in Italia, era questa smembrata in numerose Provincie, ciascuna delle quali avea una speciale unità di misura pell'acqua irrigatoria.

Nel quadro seguente sono registrate le principali unità di misura dell'acqua o moduli che si avevano in Lombardia ed in Piemonte e le loro portate assolute:

INDICAZIONE DEI MODULI	PORTATA ASSOLUTA in litri al 1″
Modulo od oncia magistrale Milanese	34, 60
Modulo Cremonese	16, 32
Oncia Lodigiana	17, 55
Quadretto Mantovano	314, 33
Quadretto Veronese	145, 36
Oncia Piemontese	23, 28
Ruota Piemontese	334, 76
Modulo Piemontese (Codice Albertino)	57, 93

Affinchè sia *costante* l'efflusso del modulo occorre che sia pur costante l'altezza del pelo d'acqua, e che questa non arrivi alla luce con velocità preconcepita. A tale scopo si costruisce il *regolatore* o *bocca regolata*: del quale ufficio è di ritenere l'acqua corrente distendendola in più ampio seno, o portandola alla bocca quasi *morta* per mezzo di una risvolta che la rallenti; poi di rendere meno sensibile al battente

le oscillazioni eventuali del livello dell'acqua per mezzo di un *bottino* precedente alla bocca; e finalmente di contenere per mezzo di apposita saracinesca sensibilmente invariabile il battente stesso. Affinchè l'acqua sgorgata non provi da se stessa rigurgito od impedimento, è uso di dare una lieve pendenza al primo tratto di canale che immediatamente riceve le acque dalla bocca dispensatrice, ad oggetto che le ondate, fuggendo rapidamente, non impediscano per contropressione quelle che stanno per seguirle. Codesta disposizione è posta in chiaro nell'edificio regolatore rappresentato in sezione longitudinale dalla fig. 1ª Tav. I, ed in pianta dalla fig. 2ª. L'acqua seguendo la risvolta entra pella saracinesca di presa *A B*, raccogliesi nel bottino precedente alla bocca d'efflusso collocata in *C D*, indi sgorga da questa nel canale a valle che per un certo tratto forma ancor parte dell'edificio regolatore ed è rivestito di muratura. Il movimento dell'acqua resta per tal guisa regolarizzato nell'insieme dell'edificio, vale a dire fra la saracinesca di presa d'acqua e la bocca propriamente detta, indi a valle di questa sino all'origine libera del canale di derivazione.

Un edificio regolatore del quale parmi conveniente il dar cenno, poichè ottimo lo riconobbe la pratica, si è quello che accompagna l'antico *Modulo magistrale Milanese*. Per facilitarne a me la descrizione, lo ho rappresentato in sezione longitudinale nella figura 3ª in pianta nella figura 4ª.

La presa d'acqua sulla riva del canale alimentatore in *A B* è formata di due spalle in muratura od in pietra da taglio: la soglia è stabilita al livello del fondo del canale ed opportunamente munita d'una lastra di pietra. La larghezza della bocca di presa *A B* è costantemente uguale a quella della bocca regolata o Modulo che è collocata in *P Q*: l'altezza nella parte esteriore dell'edificio non ne è limitata. In *A B* è collocata la saracinesca regolatrice od idrometrica, che serve a mantenere costante il battente sul ciglio superiore della luce che deve essere di $0^m,10$. L'acqua entrando pella suaccennata apertura, entra nella prima parte del regolatore detto *tromba coperta*, sale sul fondo di questo disposto a rampa coll'inclinazione di circa $0^m,40$ dalla soglia della presa fino al lembo inferiore della luce, mentre un piano supe-

riore *C D* detto *piano morto*, stabilito all'altezza costante che deve avere il battente, soffoca i movimenti vorticosi ch'essa tenderebbe a concepire, ed impedisce che il battente rimanga per qualsiasi modo alterato. La tromba coperta ha generalmente la lunghezza di 6^m, e la larghezza ne è sempre da ambe le parti per $0,^m10$ maggiore di quella della bocca d'efflusso.

Al di là di codesta bocca d'efflusso (che nel sistema milanese è un rettangolo avente il lato verticale di $0^m,20$ e l'orizzontale di $0^m,15$) comincia la seconda parte dell'edificio che ha nome di *tromba scoperta*: la lunghezza di questa è pressochè sempre di $5^m,40$, e la sua larghezza che in *R S* è di $0^m,20$ maggiore della bocca d'efflusso, va via aumentando fino in *T U*, là ove terminando l'edificio, ha incominciamento il canale. Il fondo della *tromba scoperta* comincia con una piccola caduta di $0^m,05$ dal lembo inferiore della bocca: un'altra uguale caduta è poi ripartita su tutta la suaccennata lunghezza.

Questa è in brevi termini la disposizione dell'edificio milanese: ch'esso sia per ogni rapporto commendevole dimostrollo la pratica. Infatti l'azione simultanea e coordinata della saracinesca idrometrica, del piano morto, e dell'acclività del fondo della tromba coperta, servono mirabilmente a far sì che l'acqua arrivando al modulo non conserva più che il semplice moto progressivo ed uniforme, ch'è necessario per mantenere la costanza dell'efflusso.

Da quanto venni finora dicendo risulta come, in un modulo regolatore, due cose debbano essenzialmente distinguersi: 1° la saracinesca idrometrica, ufficio della quale è di procacciar la costanza di pressione sull'orifizio: 2° la disposizione che si assegna all'insieme dell'edificio allo scopo di regolare il movimento dell'acqua, sì a monte che a valle della bocca d'efflusso.

Un modulo per tal guisa stabilito risponderà completamente all'oggetto che nella pratica dell'irrigazione gli si attribuisce, allorchè assicuri sempre la costanza della portata malgrado le variazioni di livello che ponno avvenire nel canale alimentatore. Quanto all'edificio regolatore dovrà esso sempre farsi in guisa che il suo governo non richieda un grado troppo elevato d'intelligenza negli agenti che ne sono

incaricati, ma che pure sia tale da rendere agli utenti impossibile di alterar la dispensa, senza che queste *vie di fatto* non lascino traccie o producano degradazioni agevolmente riconoscibili.

III.

Riparto dell'acqua irrigatoria fra diversi utenti.

La distribuzione della portata di un canale può farsi in varii modi: può ciascun utente aver diritto ad una quota parte della portata, può taluno di essi essere tassato per una quantità di acqua fissa, rimanendo ad esclusivo profitto o danno degli altri ogni aumento o diminuzione della portata. Dicesi la prima *divisione proporzionale*, la seconda *concessioni a bocca tassata*.

Le concessioni a bocca tassata si effettuano a mezzo dei *Moduli* che, provveduti di edificio regolatore, derivano immediatamente e costantemente dal canale alimentatore la quantità d'acqua cui ha diritto l'utente; ma trattandosi di minute dispense, non potendosi esse economicamente usufruire, perchè il più se ne perderebbe per via, nè avendo per altra parte i campi ed i prati bisogno di acqua continua, si ricorre alla divisione proporzionale. Le divisioni proporzionali si fanno in due modi: sono *periodiche* quando ogni utente gode tutta la portata del canale per un certo numero d'ore ogni tanti giorni; *continue* quando l'utente ha continuamente una parte soltanto dell'intiera portata.

Torni, *orarii e competenze orarie.* Per addivenire alla divisione proporzionale periodica nella portata di un canale fra diversi utenti, conviene stabilire anzitutto la durata del *torno*, ossia del periodo, trascorso il quale ricomincia ciascun utente a servirsi dell'acqua che gli compete, poi la durata di questa *competenza* istessa cioè il numero di giorni od ore durante i quali il medesimo utente può servirsi dell'acqua.

Ciò dicesi stabilire un *orario.* La durata totale del torno dicesi *ruota*: il tempo per cui un utente si serve della portata del canale chiamasi la sua *competenza oraria*; la quantità d'acqua che egli in codesto tempo effettivamente riceve, chiamasi la sua *competenza assoluta.*

Se dicasi:

R la ruota;

Q la portata del canale valutata in moduli;

T la competenza oraria di un utente;

C la competenza assoluta di questo;

avrassi la proporzione:

$$C : Q = T : R$$

dalla quale potrà aversi

$$(1) \ldots\ldots\ldots C = Q \frac{T}{R}$$

Codesta semplicissima formola, che determina la competenza assoluta, fornisce un modo agevolissimo di permutare l'acqua che si gode per un torno determinato in acqua *continua.* Se, a cagion d'esempio, un proprietario di terreni irrigabili avesse diritto per 3 giorni ad un volume d'acqua di 20 moduli, in ruota di 15 giorni, e volesse questo permutare in acqua continua, non avrebbe che a ricercare la sua com-

petenza assoluta: e così nella formola (1) convenientemente sostituendo per Q, T ed R i valori che il problema fornisce, gli sarebbe facile il ritrovare:

$$C = 4 \text{ moduli}$$

e concluderne quindi che il suo primitivo diritto rimane trasformato nel nuovo di 4 moduli di acqua continua.

Alcune avvertenze sono ad aversi allorquando si tratta di stabilire un orario. Il torno o ruota della dispensa corrispondente al periodo della irrigazione deve essere generalmente compreso fra i limiti di 3, 5, 7, 10.... 15 giorni, secondo la quantità d'acqua disponibile, l'indole delle colture irrigabili, la maggiore o minore porosità della terra, le condizioni economico-sociali del territorio. In secondo luogo le competenze orarie di ciascun utente siano per quanto è possibile tutte formate di un numero intiero d'ore, o se pure è necessario introdurre frazioni, queste siano sempre formate di termini semplici come $\frac{1}{2}$ o tutt'al più $\frac{1}{4}$.

È necessario per ultimo che gli utenti si succedano fra loro con tale ordine che l'acqua rimanga il minor tempo possibile per istrada; giacchè avendo a questo proposito la Legge stabilito che il tempo che impiega l'acqua per giungere alla bocca di derivazione dell'utente si consuma a suo carico, non è a dirsi come l'utente stesso debba patir danno ove l'acqua abbia a percorrere un troppo lungo spazio, quantunque poi la *coda dell'acqua* gli spetti di pien diritto.

Richiamisi ora per un istante la formola (1) surriferita. Se vuolsi in questa introdurre il prezzo dell'acqua, detto P codesto valore otterrassi dalla (1)

$$PC = \frac{PQT}{R}$$

In questa formola rappresenta il 1° termine il valore dell'attribuzione fatta all'utente in acqua continua, mentre il secondo rappre-

senta l'equivalente valore in acqua periodica: detto pertanto U quel primo termine si ricava:

$$(2) \ldots\ldots U = \frac{P\,Q\,T}{R}$$

E come soventi volte accade che nei riparti dell'acqua si ravvisa conveniente il contar per ore le competenze orarie, così per adattare a quest'uso la formola (2) converrà presentarla sotto la forma:

$$\frac{U}{24\,T} = \frac{Q\,P}{24\,R}$$

Ed indicando con V il valore di un'ora d'acqua ossia ponendo $V = \frac{U}{24\,T}$ si ha:

$$(3) \ldots\ldots V = \frac{Q\,P}{24\,R}$$

I valori di C, U, V dati dalle formole (1) (2) e (3) ponno, mediante semplicissime sostituzioni d'una formola nell'altra, porsi sotto forme diverse: si può ottenere a mò d'esempio:

$$C = \frac{24\,T\,V}{P} \ ; \qquad V = \frac{U}{24\,T} \ ; \qquad U = 24\,T\,V$$

Queste formole forniscono un metodo quanto facile altrettanto sicuro di risolvere i numerosi problemi cui la ripartizione delle acque può in pratica dar luogo, purchè pongansi sotto tali forme da corrispondere alle esigenze dei casi.

Partitori. Allorquando la portata di un canale irrigatore deve essere divisa fra gli utenti per modo che ognuno di questi fruisca in modo *continuo* della parte che gli spetta, si ricorre all'uso dei *partitori.*

Il partitore è un edificio idraulico che presentando in amonte uno o più spigoli, e lasciando in avalle due o più bocche libere, riparte l'intiero corpo d'acqua in certe proporzioni. Le figure 5ª e 6ª, Tav. I rappresentano in pianta ed in sezione uno di tali edificii; il canale per un tratto abbastanza esteso, superiormente ed inferiormente al punto di divisione, è ridotto mediante acconcia costruzione in muratura a forma di cassa a pareti verticali e fondo orizzontale: un prisma collocato verticalmente ed avente uno spigolo acuto rivolto alla corrente, divide la sezione del canale in tal proporzione che l'acqua che passa in ciascun de'due canaletti secondarii cui esso dà origine trovasi in quantità corrispondente alla competenza di ciascun degli utenti.

Ma è da avvertire che questo metodo di riparto è grossolano e poco equo; giacchè avendo la esperienza mostrato che la velocità di un corso d'acqua, massima nel *filone*, va via diminuendo da questo alle sponde, ove divien minima, ne risulta che il canale che si diparte dal centro del partitore procurerà all'utente cui spetta una porzione della portata molto maggiore della dovuta; mentre gli altri utenti usufruiranno di una porzione di portata sempre più piccola della dovuta, a misura che l'origine de'loro canaletti si allontanerà dal punto di mezzo del canale principale.

Non si ha dunque riparto veramente esatto, fuorchè in due porzioni uguali, collocando cioè lo spigolo sul bel mezzo della corrente ridotto a corso regolare od aprendo in avalle due bocche uguali. Che se per altri riparti vogliasi minore inesattezza, è necessario provvedere con *briglie* o *piloni* in amonte per frenare la velocità dell'acqua che entra nella gora corrispondente al filone, dando poi al fondo dei canali laterali, all'origine, una pendenza alquanto più risentita di quella dei centrali per sollecitarvi l'entrata dell'acqua e stabilir per tal modo un compenso alla loro men felice situazione.

Meglio però che ricorrere a codesti artifizii, nell'uso dei quali bi-

sogna andar molto cauti, conviene specialmente, se trattisi di molti utenti, impiegare un'altra specie di partitori.

In questi tutta l'acqua del canale è ricevuta dentro ad una ampia vasca, lungo le pareti della quale si aprono tante luci rettangolari, codeste luci debbono essere tutte situate in identiche condizioni; avranno cioè tutte la medesima altezza verticale, lo stesso battente, tutte saranno seguite da canali nei quali l'acqua o cadrà liberamente o starassi sommergendole ad una altezza per tutte costante: differiranno però queste luci tra di loro per le larghezze che saranno *proporzionali* alle portate d'acqua che per esse si debbono derivare.

PARTE QUARTA

APPLICAZIONE DELL'ACQUA IRRIGATORIA AL FONDO

I.

MODI DI ADACQUAMENTO DEI TERRENI.

Le norme che venni fin qui raccogliendo hanno per iscopo la condotta dell'acqua irrigatoria dalla origine fino al suo ingresso nel fondo; è mestieri ch'io venga ora alla applicazione dell'acque al fondo istesso, ed alla pratica delle irrigazioni.

Non è unico il modo con cui ponno le terre essere adacquate: la diversa natura del suolo, i diversi generi di coltivazione, richieggono che a norma delle circostanze sappiasi convenientemente applicar l'acqua al fondo, affinchè possa questo pel beneficio della irrigazione risentire un considerevole ammiglioramento. La *sommersione*, l'*imbibizione*, la *irrigazione* propriamente detta, sono pertanto i tre modi principali di adacquamento delle terre.

U. OF ILL. LIB.

Sommersione. Consiste questo modo di adacquamento nel *sommergere* il suolo, sotto uno strato più o meno alto di acqua, per un dato tempo; e a farne di poi scolar l'acqua, che serve di soventi a sommergere un'altra porzione di fondo situata in avalle. Dividesi perciò il terreno, secondo la sua pendenza e la sua disposizione, in più compartimenti che si adacquano successivamente, od a più per volta, secondo la quantità d'acqua di cui si dispone: Codesta divisione effettuasi col mezzo di piccoli argini che contengono l'acqua, e non la lasciano scorrere ne' compartimenti inferiori che per mezzo di aperture, munite di paratoie di scarico.

La coltivazione del riso compiesi adacquando per sommersione il terreno: nè potrebbe codesto preziosissimo cereale crescere e vegetare, se continuamente non risentisse l'influenza dell'acqua.

Applicasi eziandio l'adacquamento per sommersione fra l'autunno e la primavera a certe terre fredde o soggette ai geli, purchè l'acqua sia buona, grassa o rechi torbide feconde, e sia in quantità bastantemente considerevole perchè contenuta fra gli argini formi uno strato non accessibile al gelo fino sul fondo.

Imbibizione od infiltrazione. Nell'adacquamento per imbibizione l'acqua non si fa scorrere sulla superficie del terreno, bensì la si immette in fossetti dai quali essa mai non trabocca, ma tiensi sempre per qualche centimetro al dissotto della superficie del suolo, sì che questo ne rimane imbevuto lateralmente.

Codesto metodo s'applica con buon successo alle terre arate, immettendo l'acqua nei solchi che separano le porche per mezzo di bocchette aperte in una adacquatrice situata normalmente ai solchi istessi: sono però in questi casi necessarie certe cautele senza delle quali il fondo, anzichè trarne vantaggio, correrebbe rischio di rimanerne deteriorato.

La immissione dell'acqua dovrà farsi con moderazione; poichè entrando con soverchio impeto essa guasterebbe le porche, o per lo meno riempirebbe sollecitamente i solchi, sì che verrebbe a tracimarne a luogo di operare per infiltrazione laterale. Le bocchette dovranno esser

chiuse prima che l'acqua giunga all'estremo opposto del campo acciò essa abbia campo a distendervisi da se stessa; che se il campo abbia nel senso dei solchi una lunghezza troppo considerevole, sarà bene dividerlo in due appezzamenti praticando a metà di esso una seconda adacquatrice la quale raccoglierà l'acqua proveniente direttamente dall'appezzamento superiore, e la ripartirà, con economia e prestezza, sull'appezzamento inferiore.

Ma per quanta diligenza si usi nell'applicare la infiltrazione, difficilmente riuscirà dessa esente da un inconveniente; ed è questo la mancanza d'uniformità nella distribuzione dell'acqua. Infatti gli spazi lontani dai canali irrigatori ricevono molto meno acqua di quelli che lor sono vicini; ne segue quindi che il fondo è da una parte soverchiamente bagnato, mentre non lo è abbastanza dall'altra.

Irrigazione. L'irrigazione propriamente detta consiste nel far discorrere l'acqua, a guisa di velo continuo e mobile, sulla superficie del suolo.

I precetti che regolano la irrigazione ponno riassumersi in questo: *È necessario che l'acqua non corra con troppa rapidità e che in niun luogo ristagni.*

Parlando più sopra dello stabilimento di un sistema di irrigazione dissi dell'altissima cura che dee aversi nel collocare i canali irrigatori nelle falde più elevate del fondo, per guisa che l'acqua da essi derivata possa convenientemente guidarsi ad irrigare i sottostanti terreni e raccogliersi poi nei fossi di scolo situati al livello inferiore. Codeste disposizioni, quasi direi generali, sono essenzialissime come quelle che pongono la irrigazione in favorevoli condizioni; ma di per sè non sono sufficienti ad adempiere al suesposto precetto; poichè è mestieri che tutta la superficie del fondo da irrigarsi si trovi convenientemente disposta.

L'acqua dei canali di derivazione principali o secondari si immette ne' fossetti distributori, od adacquatrici, dalle quali tracimando viene a scorrere sul suolo; ma se in codesto movimento avesse dessa una troppo grande velocità, è evidente che la superficie del terreno ne rimarrebbe

guasta e corrosa: ad ovviar quindi a codesto inconveniente gravissimo, conviene far sì che la quantità dell'acqua, il pendìo, l'ampiezza delle aiuole e la disposizione rispettiva ed assoluta delle adacquatrici abbiano fra loro una conveniente ragione. Affinchè poi l'acqua non possa in alcun luogo ristagnare, raccoglierassi la eccedente in *colatori;* la disposizione de' quali e la loro coordinazione ai fossetti distributori esige tutta l'attenzione del coltivatore, se pur questi non voglia lamentare in seguito i tristi effetti del ristagnamento dell'acqua.

II.

DISPOSIZIONE DEL TERRENO PELLA IRRIGAZIONE.

Le condizioni richieste perchè la irrigazione sia veramente profittevole al fondo, vogliono che la superficie del terreno si trovi convenientemente disposta, acciocchè l'acqua possa lentamente trascorrervi sopra a guisa di velo continuo e quindi raccogliersi ne' fossi di scolo.

Non soventi riscontrerannosi terreni che naturalmente possano adempiere a codeste condizioni, che anzi, se pur dall'arte non sien di già regolarizzati, presenteranno sempre irregolarità, ove più, ove meno risentite.

Allorquando sia tale la giacitura del terreno che ne risultino irregolarità soverchiamente risentite, allora è giuocoforza acconciare il sistema irrigatorio alle condizioni naturali del fondo, giacchè la spesa in cui s'incorrerebbe per ragguagliarlo e convenientemente disporlo alla irrigazione, non tarderebbe a farsi considerevolissima ed anzi d'alquanto maggiore che non l'utile finale. In questi casi il miglior consiglio si è di tracciare mercè di una diligente livellazione le *curve orizzontali* che a diverse altezze intersecano le montuosità del terreno,

e secondo codeste curve disporre le *adacquatrici,* regolandone la rispettiva distanza a norma del maggiore o minore pendìo de'tratti fra di esse compresi. In quei tratti che dai confini delle adacquatrici stendonsi ai piani alquanto ragguagliati e leggermente declivi, la irrigazione troverassi in condizioni sufficientemente favorevoli; e l'acqua immessa nelle adacquatrici potrà, tracimando da queste, scorrere sopra quei piani in modo continuo; ma là ove le irregolarità del terreno sono più frequenti ed anche, in picciol spazio, più numerose e diverse l'acqua deve essere condotta pei fossetti che si diramino ad angoli più o meno acuti e percorrano sinuosamente le creste minori, ramificandosi a lor volta pelle falde declivi e terminando a raggi in tre o più ramificazioni, a guisa di *zampa di gallo.* Intanto il sistema dei colatori sarà disposto nelle depressioni e nei *thalwegs*, di maniera che gli scoli superiori siano man mano tradotti ai fossi inferiori e quindi condotti fuori del prato, od immessi in nuove adacquatrici, se vogliasi trarne profitto pella irrigazione di fondi inferiori, ciò che chiamasi *ripresa dell'acqua.*

I terreni situati in pianura o negli altipiani non presentano d'ordinario irregolarità troppo forti, allora il ragguagliamento, non importando che una moderata spesa di sterri, può risguardarsi come opera veramente profittevole; giacchè il risparmio che farassi dell'acqua, la riduzione delle spese di governo e di falciatura, la possibilità di potere utilmente applicare le macchine falciatrici, infine l'aumento di quantità e miglioramento di qualità dei prodotti, concorreranno ad ampiamente risarcir gli interessi delle spese per codeste operazioni richieste.

Il risparmio dell'acqua è conseguenza naturalissima e ad un tempo preziosa del ragguagliamento e della livellazione dei terreni, poichè riesce facile il comprendere che se occorre uno strato, ad esempio, di $0,^{m}12$ per ricoprire le montuosità, uno strato di $0,^{m}05$ a $0,^{m}06$ sarà sufficiente allorchè queste siano ragguagliate. Le riduzioni delle spese di governo e di falciatura, e la possibilità di applicar macchine falciatrici è cosa di per sè evidente e tale che non occorron parole per recarvi conferma.

Ma la conseguenza più importante della operazione di cui sto discorrendo, si è per certo l'incremento ed il miglioramento del prodotto. Basta per convincersene il considerare come nei prati irregolari la influenza delle diverse guardature dei poggetti e delle ondulazioni della terra, le condizioni disparatissime di quelle diverse parti che aride alla cima dei rialti, trovansi poi inzuppate di acqua stagnante al fondo di essi, concorreranno a promuovere irregolarità nello sviluppo e nella maturazione degli erbaggi, ponendo la superficie del suolo in condizioni sfavorevolissime e male acconcie a risentire la benefica influenza degli agenti che favoriscono la vegetazione.

Due sistemi generali di costruzioni si presentano a chi voglia predisporre il terreno ad un' utile ed economica irrigazione od in altri termini *costrurre il prato*: il sistema a *spianate*, ed il sistema ad *ale*. Nel sistema a *spianate* il terreno è disposto ad ajuole ciascuna delle quali ha pella propria estensione una pendenza costante, mentre poi tutte sono inclinate dalla stessa parte; invece nel sistema ad *ale* il terreno è disposto a falde concorrenti due a due a guisa di tetto con pendenze leggierissime ed inclinate in sensi opposti.

Dato un terreno che vogliasi ridurre a prato, la scelta tra i due sistemi dipende da circostanze diverse.

Devesi pertanto accuratamente esaminare la conformazione e la giacitura del terreno istesso, per riconoscere il pendio che risulterebbe nell'uno o nell'altro sistema, col minore dispendio e colla maggiore opportunità rispetto alla quantità dell'acqua ed all'indole del suolo: e come il buon successo dell'irrigazione dipende dall'adempimento delle circostanze che per essa come ho detto più sopra sono richieste, così converrà studiare altresì la disposizione naturale del canale portatore e della adacquatrice od adacquatrici principali, non che il modo possibile di smaltimento degli scoli.

A base di codesti studi è mestieri premettere una livellazione longitudinale e trasversale la quale faccia conoscere la configurazione del terreno ed il numero il più considerevole possibile di quote di livello: cui a questa si faranno seguire assaggi e scandagli per investigare la profondità del suolo, l'indole del sotto-suolo, e vedere per-

tal guisa se sia da loro fornita terra sufficiente e buona sì per gl'interri che pegli sterri.

Premesse tutte queste considerazioni e ricognizioni pratiche, se la terra naturale ha in complesso sufficiente pendìo, convien preferire il metodo delle *spianate* o *piani:* se invece la superficie naturale da irrigarsi non ha sufficiente pendìo, ma abbia ad un tempo suolo profondo e buon sotto-suolo tanto da fornir buona terra pei rilevati, e si possa condurre l'acqua del canale portatore ad un'altezza conveniente, può essere vantaggiosa la costruzione ad *ale* ossia versanti a doppia pendenza.

Prati a spianate. Le spianate sono altrettanti piani di forma rettangolare dotati ciascuno di opportuna pendenza nel senso del lato minore, e tali che tutte le linee parallele al lato maggiore si trovino comprese in piani orizzontali. Son questi piani l'un dall'altro separati da una adacquatrice intermedia, nella quale si raccolgono le acque che scolano dalla piana superiore, e dalla quale tracimando irrigano la piana inferiore; e così di seguito infino all'ultima piana che scola immediatamente nel sottostante colatore. Per tal guisa l'acqua viene ripartita in modo uniforme; poichè se non si avesse che una sola adacquatrice nella parte più elevata del prato, questo ancorchè bene eseguito ne rimarrebbe malamente irrigato, perchè l'acqua uniformemente ripartita sull'alto, si raccoglierebbe discendendo nei piccoli *thalwegs* del terreno e formerebbe in fine de' rigagnoli che bagnando troppo alcune parti, altre ne lascierebbero in secco.

La pendenza che, pella buona applicazione di questo metodo, deve offrire il terreno dovrà esser sempre abbastanza sensibile, il più delle volte è mestieri accettarla qual'è data in complesso dalla natura, se non si vuole incorrere in troppo gravi spese, ma nella generalità dei casi le pendenze di 1, 50 a 5 p. % ponno ritenersi convenienti.

Così, nello applicar questo metodo, non si avranno a fare che rare volte dei movimenti di terra: e siccome costituiscono questi la parte più costosa delle opere, ne emerge come possa esso presentare generalmente una considerevole economia.

Non è necessario che la pendenza del terreno sia uniforme; le differenze che essa presenta non hanno altro effetto che di far variare la distanza orizzontale fra i fossetti e per conseguenza la larghezza delle *piane*.

Nello stabilire però codesta larghezza, che nel più dei casi è compresa fra 6 e 15 metri, è mestieri aver riguardo, oltre al pendìo, alla maggiore o minor quantità d'acqua disponibile, alla maggiore o minore bibacità della terra.

L'opera dell' irrigatore diverrà, non v'ha dubbio, più agevole se il terreno sia livellato secondo una pendenza uniforme: ma questi lavori richieggono una spesa tanto forte che non sarà buon consiglio di intraprenderli che là ove la vaghezza ed il lusso debbono prevalere alle utilità.

Allorquando il *canale portatore* corre in senso normale, o poco meno, alla direzione delle adacquatrici, ciascuna di queste può ricevere l'acqua direttamente per mezzo di bocchette di presa le quali vengono successivamente aperte d'amonte in avalle. Se invece quella corre nella parte più elevata del prato ed in direzione pressochè parallela a quella delle adacquatrici, allora l'adacquatrice suprema ne riceve direttamente l'acqua per mezzo di brevi condotti dispensatori, e da quella adacquatrice istessa, che in tal caso si fa più ampia delle inferiori, ponno queste essere successivamente alimentate per mezzo di altri condotti dispensatori che da quelle si diramino in senso normale, o per gli orli, o sul mezzo del canale, od in varie sezioni delle *piane*.

Le adacquatrici poi debbono (e già sopra il notai) essere disposte su linee orizzontali; la profondità che ad esse si assegna deve essere assai tenue, e quanto alla loro larghezza, deve questa andar diminuendo dal capo ove ricevono l'acqua verso il capo opposto ove restano chiuse. Con questo sistema si usufruiscono le colature delle piane superiori, e si può fare risparmio dell'acqua immettendone nelle inferiori $^1/_4$, $^1/_2$, $^1/_3$ meno, secondo la maggiore o minore quantità delle colature, che può sempre arguirsi con sufficiente approssimazione dall'indole della terra.

Questo fatto involge l'attuazione pratica di ciò che più sopra ho chiamato *ripresa dell'acque*; scorgerassi di leggieri come nel sistema a spianate sia sempre essa facile ed economica.

Ecco ora alcune avvertenze principali che debbono aversi nel dar l'acqua ai prati a spianate.

L'irrigatore chiude i canaletti di scolo e lascia scorrere l'acqua nella prima adacquatrice orizzontale, l'acqua trabocca ed è ripresa dalla seconda che di nuovo la spande. Se si può così adacquare tutto il prato, l'irrigatore non ha che a curare i margini dei fossetti acciocchè l'acqua uniformemente si diffonda: se il terreno è troppo permeabile o troppo esteso in modo che l'acqua non possa irrigarlo totalmente, si darà primieramente l'acqua alle piane superiori e si invierà poi l'acqua direttamente alle inferiori, e così di seguito sino a che siasi raggiunta la irrigazione completa del prato. Quando si vuol levar l'acqua, chiuse le bocchette di presa, si aprono i piccoli colatori e, se essi sono bene tracciati, si deve, dice il *Pareto*, dopo poche ore passeggiare nel prato a piedi asciutti.

Prati ad ale. Questo metodo di irrigazione è senza contraddizione il più perfetto ed il più regolare. Consiste esso nello stabilire sul terreno altrettanti rilevati a forma di prismi triangolari gli uni agli altri adiacenti e distesi nel senso del pendìo.

Le due falde di ognuno di codesti prismi inclinati in senso opposto costituiscono le *ale*.

Sulla linea superiore di colmo, secondo le quali due ale si riuniscono, si stendono orizzontali le rispettive adacquatrici, le quali prendendo l'acqua dal *portatore* che corre alla parte suprema del prato in direzione a loro normale, la spandono per tracimazione sulle due *ale* contigue. Da queste scolando, l'acqua è raccolta nei *colatori*, i quali paralleli alle ale stesse, corrono fra l'una e l'altra non adiacente nel rispettivo loro *thalweg* e pendenti verso il margine inferiore, smaltiscono i coli nel capo-fosso scolatore.

Questo metodo importa sempre grandi movimenti di terra affinchè le *ale* possano essere stabilite in modo regolare; riesce quindi assai

dispendioso: ciò non ostante offre considerevoli vantaggi che giustificano la preferenza che gli danno molti agricoltori, malgrado l'aumento della spesa che esso richiede.

I prati ad ale non ponno con buon successo costruirsi che là ove la pendenza del terreno sia tenuissima, dovendosi ritener come già troppo forte una pendenza di 2 a 3 centimetri per metro: il suolo poi deve essere perfettamente livellato e deve presentare una pendenza uniforme su tutta la lunghezza sulle quali si vogliono stabilire.

La lunghezza e la larghezza delle ale varia colle pendenze e colla natura del terreno: debbono esse farsi tanto men lunghe quanto più forte è la pendenza, e tanto men larghe quanto più permeabile è il terreno: in ogni caso i limiti di 40 ad 80 metri pella lunghezza, e di 6 a 12 o più metri per la larghezza delle ale potrannosi ritenere come assai convenienti.

L'altezza del dorso delle ale varia secondo la natura del terreno: in pratica però si ritiene che per un piano che abbia una lunghezza di 30 metri, l'altezza del colmo debbe essere contenuta fra 60 e 30 centimetri, ciò che darà per le ale una pendenza di 0,^{m} 04 a 0,^{m} 02 per 1^{m},00; per un piano di 6^{m} di larghezza 20 a 15 centimetri saranno i limiti dell'altezza del colmo, le pendenze delle ale saranno in tal caso di 0^{m},005 a 0^{m},025 per 1^{m},00.

Le adacquatrici che, come dissi, corrono pelle vette dei rialti, deggiono lasciar traboccar l'acqua egualmente dai due lati, è necessario adunque che i loro orli sieno matematicamente allo stesso livello: quanto alla loro larghezza non potrei assegnare in quai limiti debba essere compresa dovendo essa avere sempre un conveniente rapporto colla quantità d'acqua che essi debbon condurre. Il profilo longitudinale di codeste adacquatrici non presenta nulla di rimarchevole; si dà loro generalmente una profondità costante ed una pendenza uguale a quella del terreno, ma dovunque perfettamente uniforme.

La ripresa dell'acqua può assai bene ottenersi ne' prati ad ale, ma esige una costruzione speciale. Costrutta la parte superiore del prato colle norme di cui fin qui tenni parola, la parte inferiore di esso si farà in modo che i colmi delle sue ale si trovino alquanto inferiori ai

colatori del tratto superiore; con tale accorgimento le acque che scolano dal tratto superiore e che raccolgonsi nel rispettivo fosso di scolo, vengono immesse nelle adacquatrici del tratto inferiore.

È però ad avvertire che codesto ragguagliamento a ripresa può costare spese ragguardevoli se la terra è un pò compatta, e se non vi si acconcia la naturale disposizione del terreno.

Marcite. Chiamasi con questo nome una prateria, la quale in grazia dell'acqua che la bagna durante la maggior parte dell'anno, è forzata ad una produzione non mai interrotta.

Essendo indispensabile che l'acqua bagni la *marcita* senza interruzione per alcuni mesi e sia in continuo moto, conviene che il suolo trovisi disposto in guisa che non sia tanto in piano che l'acqua vi stagni, nè tanto inclinato sicchè essa scorra troppo rapidamente, onde evitare che vi allignino erbe palustri, ovvero che si disperda troppa acqua e con essa i principii nutritivi. Ad ottenere questo doppio scopo si pratica pelle *marcite* la *costruzione ad ale*: solo che in queste richiedesi una esattissima livellazione, la quale è poi definitivamente rettificata in pratica col mezzo dell'acqua scorrente; non che un perfetto ragguagliamento delle *ale* le quali hanno pure un pendìo maggiore e larghezza minore di quella de' prati ordinari. Siccome le *marcite* vogliono di continuo la presenza dell'acqua, durante la fredda stagione onde essere difese dal gelo e dalle brine intanto che ne vengono fertilizzate; perciò le acque adoperate a questo duplice scopo nei diversi luoghi hanno una diversa influenza sulla vegetazione secondo la loro temperatura ed i principii fertilizzanti che trasportano. Le acque migliori pelle marcite sono quelle di fontanili perchè in inverno più calde dell'atmosfera; quelle dei grandi e lenti canali perchè aerati e riscaldati dal sole, e sopratutto quelle delle colature di città o grossi borghi perchè impregnate di materie animali che colla loro fermentazione ne diminuiscono la freddezza mentre depongono sui prati un limo feracissimo.

Le spese ragguardevoli che richiede la *costruzione* di una *marcita* riescono ampiamente risarcite dal prodotto di essa che supera costan-

temente quello che si otterrebbe dallo stesso suolo coltivato in ogni altra maniera.

Risaie. Una estensione di terreno convenientemente disposta alla coltivazione del riso ha nome di *risaia.* In uno scritto che, comunque picciola ed umil cosa, tratta d'irrigazione, non posso trattenermi dal dire alcunchè delle risaie applicazioni importantissime della irrigazione e che senza il soccorso di questa riuscirebbero inattuabili.

Parlando poc'anzi dell'adacquamento per sommersione dissi essere questo il metodo che si applica alla coltivazione del riso, ed esposi i principali accorgimenti mercè de' quali il terreno si dispone ad essere *sommerso* dall'acqua.

Per lo stabilimento d'una risaia è mestieri anzi tutto disporre il terreno ad aiuole, si passa quindi alla formazione degli argini che hanno per lo più l'altezza di 0^m, 30 nel lato superiore e di 0^m, 80 nell'inferiore, essendo la larghezza di 0^m, 60 alla base e di 0^m, 30 alla sommità. In siffatta guisa tutto il campo, oltre all'essere da ogni banda circondato da un argine, viene diviso in parecchi quadrati per via d'argini intermedi dei quali gli uni sono longitudinali, cioè paralleli ai solchi dell'aratro e stabili per tutto il tempo che dura la risaia, gli altri trasversali cioè attraversanti le linee dei solchi e per neccessità si devono distruggere ogni anno pell'arature del fondo e poscia di nuovo costruire. Fatti gli argini si eguaglia il suolo dell'aree colla zappa e col badile, quindi si dà l'acqua a poco a poco, facendola passare da un quadrato all'altro per certe aperture degli argini che diconsi *bocchette* ad oggetto d'imbevere il suolo dell'umido necessario alla germinazione dei semi. Lo strato d'acqua è da principio di 0^m, 10, e si alza fino al punto necessario cioè da 0^m, 20 a 0^m, 30 quando le piante fatte adulte sorgono ritte e ferme sopra l'acqua.

Ciò che richiedesi essenzialmente per lo stabilimento di una risaia si è la facilità di innondarla per mezzo d'un fiume o lago o stagno; che se l'acqua disponibile fosse quella di fonte, converrebbe formare un serbatoio nel quale essa soggiornando qualche tempo perdesse la naturale sua freddezza.

PARTE QUINTA

ECONOMIA DELLA IRRIGAZIONE

I.

QUANTITÀ D'ACQUA NECESSARIA ALLA IRRIGAZIONE.

La determinazione della quantità d'acqua necessaria alle diverse colture riesce impossibile a farsi in modo assoluto e generale, conciossiachè per moltissimi argomenti può essa variare.

Prima d'ogni altra cosa dee considerarsi il modo di adacquamento del terreno. La sommersione richiede acqua *continua* o grossi corpi d'acqua in una sol volta, considerevole pertanto è il volume d'acqua voluto dalle risaie: minore sarà senza dubbio il consumo dell'acqua se il terreno sia adacquato per infiltrazione; ma qui fa d'uopo distinguere l'infiltrazione pei campi da quella pei prati, giacchè quella può richiedere una quantità d'acqua maggiore o minore che non questa, secondochè il suolo del campo irriguo è poroso o compatto.

Venendo alla *irrigazione* propriamente detta, vediamo la quantità d'acqua necessaria per uso delle diverse colture vagare fra limiti assai disparati: considerevolissimo sopra ogni altro è il volume d'acqua continua richiesto dalle *marcite;* minore d'assai è quello onde han d'uopo i campi e prati, quantunque poi questo possa a sua volta farsi più o men grande secondo varie e diverse condizioni.

Qualunque sia la coltura irrigua, la quantità d'acqua necessaria per essa varia colla natura e colla disposizione del terreno, col clima, infine colla durata del *torno* se non si tratti di acqua continua.

Se il fondo irriguo sia molto declive, offra superficie irregolare e sia disposto in pezze lunghe nel senso del declivio, la irrigazione non risulterà certamente economica; laddove in terre piane ragguagliate e disposte in pezze di non soverchia lunghezza nel senso dell'irrigazione, potrà sempre farsi un notevole risparmio d'acqua: questo fatto pertanto influirà fuor di dubbio sulla determinazione della quantità d'acqua necessaria per un dato appezzamento di terreno; quantità che dovrà poi per altra parte regolarsi a seconda della fisica costituzione del terreno, poichè le terre sciolte e porose vorranno certamente più acqua che non quelle più tenaci e compatte. Non è mestieri di molte parole per addimostrare la influenza che il clima e la durata del *torno* deggiono avere sul fatto di cui sto discorrendo: infatti la terra sotto un clima caldo, essiccandosi prontamente, esigerà maggior frequenza e copia nelle irrigazioni che non sotto un clima mite ed umido; parmi poi naturale che se l'acqua di cui si ha il godimento sia in torno frequente, si potrà per ogni adacquamento impiegarne una quantità minore che non se il torno sia lungo, poichè in questo caso il terreno avrà maggior campo a risentire gli effetti dell'asciuttezza.

Una circostanza che contribuisce moltissimo a rendere più o men grande la quantità d'acqua che pella irrigazione d'una data estensione di terreno dee ritenersi necessaria, è fuor di dubbio la buona disposizione e la frequenza dei colatori. I colatori frequenti facendo ufficio di raccoglitori e quindi di nuove adacquatrici, possono rendere sensibile alle aiuole successive un piccolo corpo d'acqua: e se si possono usufruire sopra una pezza inferiore, o sulle aiuole successive della

stessa pezza, le colature raccolte dalla prima, è evidente che colla stessa quantità d'acqua si può irrigare maggior superficie.

Di qui trae origine la importanza grandissima che hanno le colature provenienti dalle terre irrigate. La quantità di queste colature dipende a sua volta da condizioni analoghe a quelle già mentovate: è maggiore se i coli derivino da terre compatte, declivi, ragguagliate, o da pezze brevi nel senso del pendìo, ovvero se restano da grossi corpi d'acqua; è minore nei casi opposti.

Ammettono i pratici che da piccole superficie in terra compatta, le colature ponno arrivare alla metà dell'acqua primitiva; che da grandi superficie in suolo sciolto non raggiungono il quinto; e che nei casi più consueti si possono computare all'incirca di un quarto.

Se stante le ragioni poc' anzi discusse, una determinazione teorica della quantità d'acqua necessaria alle diverse irrigazioni non potrebbe che esser molto discorde dal vero, è d' uopo riferirsi alla pratica; e pei casi più ordinari ponno servire di guida approssimativa i seguenti dati dedotti dal confronto di esperienze fatte in diversi paesi.

Una *risaia* consuma in 24 ore uno strato d'acqua di circa 0,^{m} 012 — 0,^{m} 015 se in terra compatta; ed uno di 0,^{m} 03 — 0,^{m} 05 se in fondo bibulo.

Una *marcita*, cioè prato con ale inclinate coperte da un velo d'acqua *continua iemale*, consuma in 24 ore uno strato d'acqua di 0,^{m} 30 — 0,^{m} 37.

Un prato di superficie non troppo irregolare, riceve una buona irrigazione quando in torno di 14 giorni abbia per adacquamento uno strato complessivo di 0,^{m} 10 — 0,^{m} 12.

Supponendo che sieno usufruite le colature, i riferiti numeri si riducono rispettivamente per la risaia a circa 0,^{m} 007 — 0,^{m} 009, ed a 0,^{m} 016 — 0,^{m} 027; pella marcita a circa 0,^{m} 22 — 0,^{m} 28; pel prato o 0, 07 — 0, 09.

I periti lombardi ammettono che per un vasto podere p. es. di 70 a 150 ettari, coltivato con prati a vicenda e richiedente irrigazione pel formentone, occorre uno strato di acqua sull'intera superficie, per ogni giorno, di 0,^{m} 007 — 0,^{m} 014 secondo la bibacità del suolo, l'in-

dole della rotazione, l'uso degli scoli, la quantità totale dell'acqua; poichè è da avvertire che quanto maggiore è il corpo d'acqua disponibile, tanto meglio e in più vasta estensione e più economicamente si può quella usufruire.

Altri computano per ettare un litro ogni minuto secondo; il qual volume, considerato poi raccolto in torno di 10—12 giorni circa, corrisponde più o meno a quello indicato più sopra pei prati.

Il *Berti-Pichat* raccoglie nel quadro seguente le osservazioni sue o d'altri intorno alla quantità d'acqua necessaria *per irrigare un ettaro* ponendo per condizione che sieno usufruite le colature.

CLASSI DI COLTIVAZIONE	Numero degli inaffiamenti		Altezza dell'acqua per ogni inaffiamento	Volume d'acqua	
	per mese	per anno		per ogni inaffiamento	per anno
I. Lino, canapa, maiz, trifoglio ecc.	—	2	0, 06	600	1200
II. Prati ordinari naturali ed artificiali	3	15	0, 03	300	4500
— Detti da marcita	—	—	—	—	14000
III. Orti	9	50	0, 02	200	10000
IV. Risaie	4	20	0, 06	600	12000

II.

SPESE DELL'IRRIGAZIONE.

Allorquando si voglia dotare un fondo del benefizio della irrigazione, è mestieri approvigionar l'acqua e quindi condurla ad entrare sulle rispettive terre irrigabili.

Emerge di qui che due categorie di spese richieggonsi d'ordinario per ogni intrapresa d'irrigazione: l'una comprende quelle che si riferiscono all'acquisto dell'acqua; l'altra quelle della sua applicazione al fondo. Di tali spese poi alcune eseguisconsi una sol volta pell' *impianto* primitivo; altre annualmente si rinnovano e son dette di *manutenzione*.

Intorno a codeste spese dell'irrigazione conviene limitar le ricerche ad alcuni dati pratici, poichè è impossibile lo stabilire generiche norme, troppo variando le circostanze speciali d' ogni intrapresa od esercizio d'irrigazione.

L'acqua irrigatoria è un bene immobile di cui può acquistarsi l'*uso* o la *proprietà:* per conseguenza la spesa dell'acqua può essere di acquisto in proprietà, ovvero spesa annua di *canone* per godimento determinato o fitto. La spesa d'acquisto in proprietà fa parte del *capitale fondiario* e ne cresce proporzionalmente alla *rendita* il valore; quella del *canone* è spesa *annua* esplicitamente computabile come ogni altra annuità passiva.

L'acqua di cui si acquista il diritto può essere *estiva* o *iemale; estiva* se scorre dall'equinozio di primavera a quello d'autunno, *iemale* se scorre da questo all'altro di primavera: diverso debbe essere il prezzo dell'acqua secondochè appartiene dessa all' una od all'altra di

queste due categorie; maggiore quello dell'acqua estiva, minore quello della iemale perchè quasi esclusivamente riservata alle marcite, poco profitto potendo ritrarne le altre colture.

Questo fatto parvemi degno di rimarco poichè ha una accertata influenza sul prezzo dell'acqua irrigatoria: ma è a ritenersi come precetto generale che nulla può assolutamente affermarsi del modo con cui può, secondo le diverse circostanze, variare il prezzo dell'acqua, dipendendo esso dal rapporto in cui stanno fra loro la quantità d'acqua disponibile e la ricerca degli utenti.

Alcuni dati pratici che qui raccolgo varranno a dare un' idea dei prezzi dell'acqua.

Sul milanese il prezzo d'affitto di un'*oncia* d'acqua, corrispondente a circa 42 litri per minuto secondo (*Vedi pag.* 42) si ritiene di circa L. 1000 se *estiva continua*, di L. 100 se *iemale;* in qualche parte della Lomellina un'oncia per un'ora in ruota di 14 giorni si affitta a circa L. 7.

Un Decreto Vicereale avea stabilito pella Lombardia che i prezzi *minimi* dell'acqua del Naviglio Grande e di quello di Pavia fossero, per l'affitto, di L. 600 l'oncia *continua*, L. 500 l'*estiva*, L. 90—100 la *iemale:* e per la proprietà L. 14000 l'oncia continua, e L. 12000 l'estiva.

In Piemonte l'acqua dei canali d'Ivrea e di Carlo Alberto costava all'incirca L. 0, 32 pell' irrigazione di 100 metri quadrati; e l'acqua del canale d'Ivrea fu affittata a L. 4400—4600 la *ruota* che corrispondeva alla portata di 335 litri al minuto secondo; finalmente i canali d' Ivrea, di Cigliano e del Ratto vennero affittati ad una Società in ragione di 800 lire il modulo, che, come dissi già altrove, ha la dispensa di circa 58 litri per minuto secondo.

Non mi estenderò più oltre in codesta enumerazione: i dati pratici che ho qui riferiti provano all'evidenza che dalle diverse circostanze de' luoghi debbon risultare notevoli variazioni nel prezzo dell'acqua, impossibile quindi lo stabilirlo in modo generale.

Essendo pertanto il coltivatore tenuto a pagar l'acqua entro i limiti d'uso in vigore nel paese, non gli verrà fatto di economizzare su questa parte delle spese d'irrigazione: dovrà adunque porre ogni sua

cura nel disporre acconciamente il suo terreno a ricevere l'acqua, e se le operazioni a questo scopo richieste sappia egli con saggio accorgimento condurre, addiverrà fuor di dubbio ad un risultato economico, potendo colla minima quantità d'acqua irrigare la estensione massima possibile di terreno.

La seconda categoria delle spese di irrigazione comprende quella di applicazione dell'acqua irrigatoria al fondo.

Le opere che vengon costrutte a servizio esclusivo del fondo sono essenzialmente presa d'acqua, canale portatore, partitori, incastri, paratoie, adacquatrici, colatori ecc. La spesa di prima costruzione di codeste opere è determinata per alcune secondo le norme dell'arte dell'ingegnere nel progetto dell'irrigazione: dissi per alcune, giacchè i progetti d'irrigazione non comprendono generalmente che le prese d'acqua, i canali portatori principali e le opere d'arte più rilevanti, rimanendo per tal modo a' proprietarii utenti dell' acqua le opere minori. Checchè ne sia, per applicare ad un fondo l'acqua sopra cui si ha diritto, conviene addivenire alla esecuzione delle opere or citate, sostener quindi le spese per codesta esecuzione richieste.

Ma le opere d'arte ed i manufatti di qualunque specie son soggetti a degradazione, vogliasi per effetto dell'acqua, vogliasi per effetto delle vicende atmosferiche; i canali si alterano per gli interrimenti ed i depositi limacciosi che vi si formano, o pella vegetazione delle piante acquatiche che vi crescono: e come tutte queste opere debbono essere conservate in perpetuità, poichè senza di esse l'irrigazione non può compiersi, così è mestieri sottostare alle spese occorrenti pella riparazione dei manufatti pel loro ammortimento e per lo spurgo e manutenzione dei canali.

L'effettivo adacquamento dei terreni esige necessariamente un agente che regoli la irrigazione; che apra cioè e chiuda a tempo determinato le bocche di presa, che invigili attentamente al corso dell'acqua nelle adacquatrici, al suo spandimento sul terreno, infine al suo scolo: la mercede che a questo agente si dee corrispondere rientra anch'essa nelle spese di applicazione dell'acqua al fondo.

Riassumendo adunque la seconda categoria di spese della irriga-

zione comprende l'interesse, le riparazioni e la perpetuità delle opere costrutte a servizio del fondo, non che la mano d'opera e la sorveglianza pell'adacquamento effettivo.

III.

EFFETTI ECONOMICI DELL'IRRIGAZIONE.

Vantaggi. — Tra i vantaggi arrecati dalla irrigazione, come già a principio il notai, havvi quello rilevantissimo di migliorare il terreno: verità è questa conosciuta dai migliori georgici e nondimeno fatta menzogna da tanti pratici coltivatori, i quali adacquando senza misura ritengono di giovare al terreno, mentre invece lo dilavano ed impoveriscono il meglio della superficie vegetale.

L' irrigazione pertanto non vuol esser prodigata a sproposito, ma *ragionevolmente* amministrata. Al clima, alla natura del terreno, alla qualità de' prodotti vuolsi nelle irrigazioni aver riguardo: parca sia dessa in climi temperati ed in terre compatte, poichè in queste circostanze il suolo è suscettibile di ritenere più a lungo l'umidità; all'opposto ne' climi caldi ed in terre porose, deve essere abbondante o meglio frequente, poichè ivi maggiore sarà il bisogno di allenire gli effetti della siccità: e come l'acqua favorisce meglio lo sviluppo delle erbe che non quello de' frutti, dovrà l' irrigazione essere larga se vuolsi prodotto erbaceo, moderata se si vuol grano.

Se tutte le pratiche agricole richieggon l'opera dell'intelletto e della mano, l'irrigazione più di quello che di questa ha bisogno; laonde l'agricoltore dovrà, operando come *intelligenza direttrice*, opportunamente praticare a seconda dei casi le norme sopraccennate, se voglia ottenere dalla irrigazione i beneficii grandissimi che essa può arrecare.

Ma a dare una adequata e ad un tempo chiara idea di codesti beneficii, meglio che le mie povere e mal connesse parole valgano le seguenti colle quali il Borio nella sua opera « *Primi elementi di economia e stima dei fondi rustici* » fa di essi una splendida pittura:

« Essa (l'irrigazione) trasforma in buoni prati sì stabili che a vi-
» cenda, ed in orti ubertosi, terre sabbiose, per se quasi sterili, ed
» in ricche risaie, fondi vallivi, non buoni che per canneti da strame:
» triplica il prodotto dei prati in terra sciolta, lo duplica almeno in
» tutti gli altri, e quel che è più, ne assicura la formazione spesso
» contrastata negli asciutti delle estive siccità: crea colle marcite un
» prodotto nuovo, fuori di stagione, perpetuando pelle vacche lattifere
» il molle e sugoso pascolo di primavera: raddoppia in terre sciolte,
» cresce d'una metà almeno nelle altre il prodotto del formentone:
» rinfresca il suolo dei prati dopo le falciature; predispone certe terre
» a maggiore agevolezza di lavoro, raddolcisce l'aria nei fervori estivi;
» e finalmente moltiplica in modo ragguardevole la produzione di carne
» di concime di latte e di forza motrice. »

I miglioramenti fondiarii, in generale, hanno per iscopo di favorire ed accrescere la potenza produttrice del suolo, locchè involge per naturale conseguenza un incremento di prodotto, un aumento quindi della rendita di cui il fondo è capace.

L'irrigazione va annoverata fra i miglioramenti fondiari, che arrecano al terreno i più grandi ed i più durevoli vantaggi: le parole or ora riferite il dimostrano; l'esperienza e la pratica lo confermano coll'incontestabile argomento dei fatti; gli è dunque senza tema d'errare, che la irrigazione, se saggiamente regolata, può proclamarsi fonte sicura di ricchezza territoriale.

Le operazioni di Catasto, avendo per iscopo principale la giusta ripartizione dell'imposta, devono di necessità constatare la rendita

dei terreni, ed avvertire a quelle cause che ponno mutarla: or bene nei catasti italiani, la rendita dei terreni irrigui è computata in conguaglio ove il doppio, ove più ancora, di quella dei terreni che, ancorchè posti in identiche circostanze di costituzione e giacitura, non sono dotati d'acqua di irrigazione. La irrigazione adunque procacciando un incremento nella rendita dei terreni, deve per conseguenza, in ragion di questa, accrescerne il valore fondiario. Alcuni autori di economia rurale asseriscono che la superiorità di valore che le terre irrigue hanno sopra le altre, debba computarsi di L. 1000 per ettare: ma v'hanno di molti casi in cui può ritenersi che il valore del fondo sia pressochè per intero dovuto alla irrigabilità; conciossiachè noi veggiamo pella irrigazione tramutarsi in ottimi prati ghiareti, gerbidi, sabbioni, che per se stessi, rimanendo pressochè improduttivi, non avrebbero che un tenuissimo valore.

In alcune località, ove, non avendosi mezzo per derivare acqua direttamente, è mestieri ricorrere a chi possa disporne e da questi acquistarne l'uso; è costume di pagare pella irrigazione, un quarto, un terzo e perfino una metà del prodotto lordo: questo prova assai chiaramente che ivi, per effetto dell'acqua, il prodotto lordo cresce oltre alla metà, ai due terzi od al doppio, giacchè, dedotte le spese dell'irrigazione, dee aversi ancora un tornaconto finale.

Il maggior valore fondiario che l'irrigabilità attribuisce ai terreni, è poi sempre riconosciuto nei contratti d'affitto dei fondi; poichè se si tratti di fondi irrigui, l'annuo canone che per questi si conviene, supera per ogni ettare dove di 30, dove di 40 e perfino di 50 lire, quello che si corrisponderebbe a parità di circostanze pell'affitto dei terreni asciutti.

Ed allorquando si addiviene alle stime dei fondi rustici, il valore fondiario delle terre asciutte essendo 100, si computa in alcuni luoghi in conguaglio da 175 a 200 quello delle terre irrigue: nelle Provincie di Lodi, di Pavia ed in altri luoghi ove la irrigazione raggiunge il suo maggiore sviluppo, si ritiene che quelle terre le quali asciutte hanno il valore di 100, acquistino irrigue quello di 200 se compatte, di 300 se sciolte, e di 600 se coltivate a *marcita:* risultato quest'ultimo

fuor di dubbio sorprendente, ma che pure dee ritenersi per vero, se si rifletta che le marcite sono irrigate con acqua iemale, e che danno un prodotto abbondantissimo, e di natura ed in stagione tale che la sua trasformazione in latte è preziosissima.

Inconvenienti. Avvegnachè grandi e numerosi sieno i beneficii della irrigazione, non può tuttavia essa dirsi affatto immune da inconvenienti, e ciò per sua natura ed indipendentemente dai *danni* cui essa può dar luogo, ove sia mal regolata.

Nei terreni forti e tenaci l'acqua non potendo penetrare, o solo difficilmente, il sottosuolo produce un certo raffreddamento, che influisce poi alquanto sulla qualità dei prodotti. Nei terreni sciolti quantunque lo irrigare produca effetti stupendi, pure non può evitarsi che l'acqua non dilavi, od anche leggermente corroda la superficie del suolo, se ancora non perfettamente vestito di cotenna; e che non lo depauperi, sciogliendo ed asportando i principii nutritivi che ponno in esso ritrovarsi. Oltre di ciò l'azione dell'acqua sugli organi vegetali non si esercita in modo uniforme; ma mentre è favorito lo sviluppo degli organi vegetativi ed erbacci, non lo è del pari quello degli organi riproduttivi o da frutto; ne segue che nelle terre irrigue i frutti sono meno perfetti e meno nutritivi, e le erbe istesse hanno alquanto meno di sostanza.

Son questi gli inconvenienti cui la irrigazione può dar luogo; ma da essi non sono a temersi effetti soverchiamente pregiudizievoli, poichè alcuni possono con opportuni accorgimenti paralizzarsi, altri restano ampiamente risarciti dall'incremento che mai non manca di avverarsi nel prodotto.

Il danno che dalla irrigazione patiscono le terre forti, può essere risarcito dalla opportuna applicazione di correttivi e di concimi caldi, che oltre al distruggere gli effetti del raffreddamento, arrecano poi altri vantaggi ancora. Abbondanti concimazioni varranno pure ad ovviare al dilavamento ed al depauperamento che l'acqua produce nei terreni sciolti e leggieri; e non è a temersi che questa misura sia men che economica, poichè procacciando l'acqua un incremento sicuro nei foraggi, potrassi con economia ottenere la quantità richiesta di

concime; cosicchè per ultimo s'avrà sempre un accrescimento di prodotto, che varrà a risarcire le spese ed a lasciare un tornaconto finale.

La qualità un po' meno perfetta dei fieni che si raccolgono dai terreni irrigati non ha che una piccolissima influenza sul loro valore commerciale; giacchè per l'indole loro non lasciano di essere un eccellente foraggio: è invece un po' più sensibile la inferiorità dei grani, per esempio di grano turco, se i terreni in cui si coltivano vengano irrigati; ma codesta inferiorità può influire sul decimo, o tutt'al più, e raramente, sul quinto del prezzo commerciale; non è quindi a far gran caso di questa diminuzione, poichè essa è poi largamente risarcita dall'incremento superiore del prodotto.

Un impiego ben inteso dell'acqua è adunque della più grande importanza in agricoltura: la irrigazione saggiamente condotta può raddoppiare, quadruplicare i prodotti del suolo, sì che addiviene essa, quasi direi, uno strumento di creazione in poter dell'uomo.

Nella nostra Italia, se vi hanno provincie nelle quali il mirabile ingegno della irrigazione raggiunse il massimo del suo pratico sviluppo, ve n'ha pur altre in cui essa è trascurata e negletta. La Lombardia, il Piemonte ed il Veneto sono dotati di un sistema di irrigazione così eccellente e così fecondo di felici risultamenti, che ne maravigliarono gli stranieri; uno dei quali, il Nadault de Buffon, ebbe a dire dei personaggi all'eseguimento di quelle opere preposti: « essi » ottennero di creare in queste contrade una ricchezza territoriale » sconosciuta in qualunque altra parte del globo. » È a sperare che ciò potrà in breve applicarsi a tutta la parte irrigabile della nostra Penisola; in cui la mitezza del clima, la feracità naturale del suolo, allietan la terra della più gagliarda vegetazione, se pure il liquido elemento non gli faccia difetto. Uomini competentissimi nelle idrauliche ed agricole discipline mai non mancarono appo di noi: di mezzi di

derivare acque a scopo d'irrigazione non abbiam certo penuria; non potrà adunque la mia speranza rimanersi delusa: e già ne fanno fede lo intraprendersi di studi, ed il costituirsi di società costruttrici a quest'uopo.

Il miglioramento che per tal guisa procaccierassi all'agricoltura, oltre al portar incremento alla ricchezza dei proprietari territoriali, concorrerà a render più agiata la condizione delle classi laboriose; perchè le materie prime necessarie alla sussistenza si troveranno più abbondantemente prodotte dal suolo.

Codesti splendidissimi risultamenti dell'agricoltura valgano a far sì che alla rigenerazione di essa concorrano volenterosi i proprietarii, e rammentino questi le parole tanto vere dell'illustre chimico inglese Davy: « spetta alle classi superiori della società, a quelli che la edu-» cazione mette in posizione di combinare piani utili; a quelli cui la » fortuna permette di eseguirli, il diventare per le classi laboriose » una sorgente di lumi e di miglioramenti. »

Lodovico Scarabelli.

TESI LIBERE

PRESENTATE PER L'ESAME GENERALE

IDRAULICA PRATICA

MOTORI IDRAULICI.

Ruote idrauliche a palmette piane ferite al dissotto. — Formola teorica. — Cause di perdita del lavoro. — Come vi si possa rimediare. — Formola pratica.

COSTRUZIONI

FONDAZIONI CON PALI.

Generalità sulle fondazioni. — Pali. — Battipali. — Stabilimento della palificazione. — Modi di sovrapporre la muratura alla palificata. — Pali a vite.

MACCHINE A VAPORE

TERMODINAMICA.

Equivalente meccanico del calore. — Metodi impiegati per determinarlo sperimentalmente.

GEOMETRIA PRATICA

LIVELLAZIONE.

Livello a bolla d'aria con cannocchiale. — Sue rettificazioni e suo uso.

LODOVICO SCARABELLI.

Fig. 9.

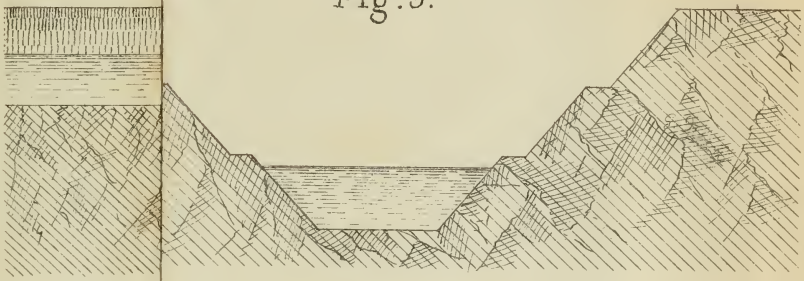


Fig. 10.

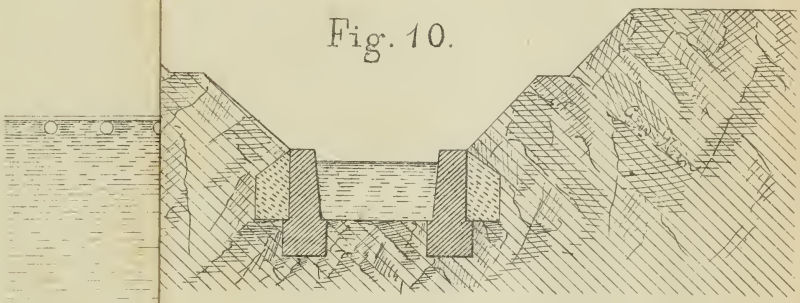


Fig. 11.

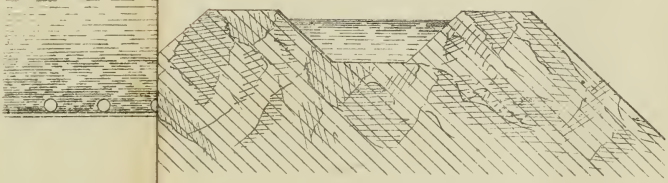
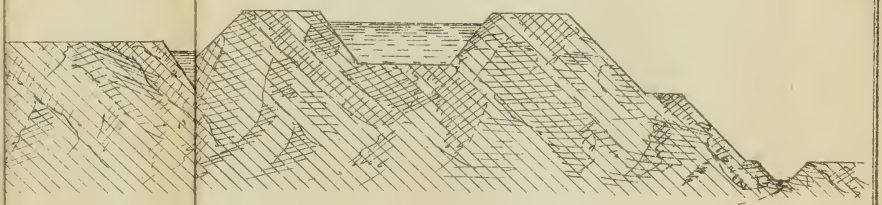


Fig. 12.



L. Scarabelli.

Fig. 1

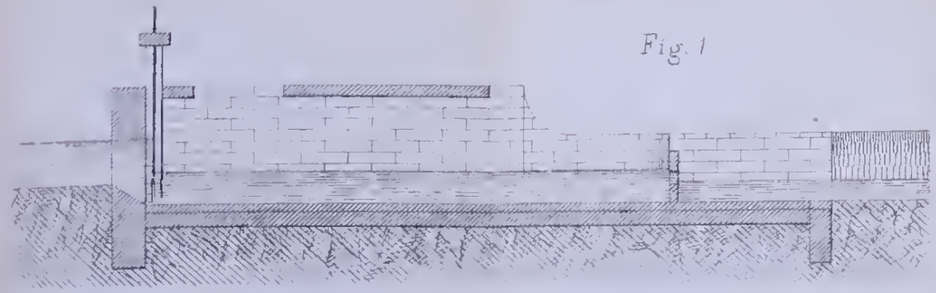


Fig. 2.

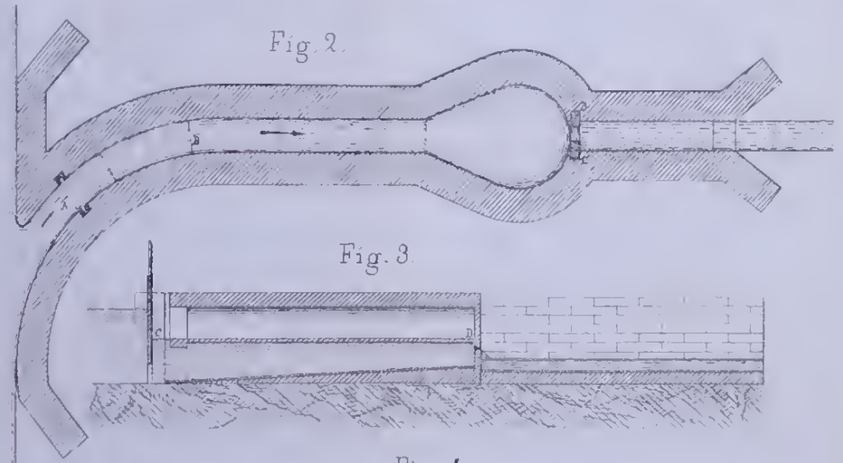


Fig. 3

Fig. 4.

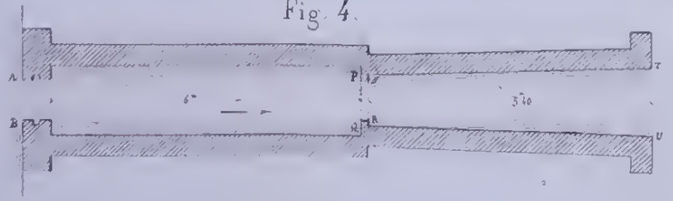


Fig. 5.

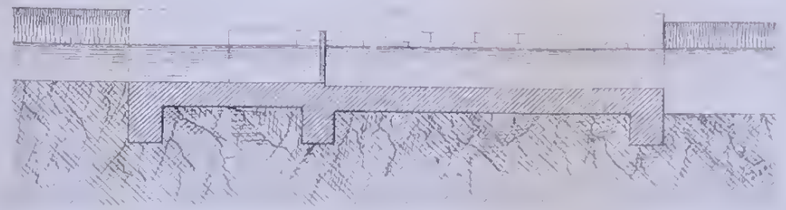


Fig. 6.

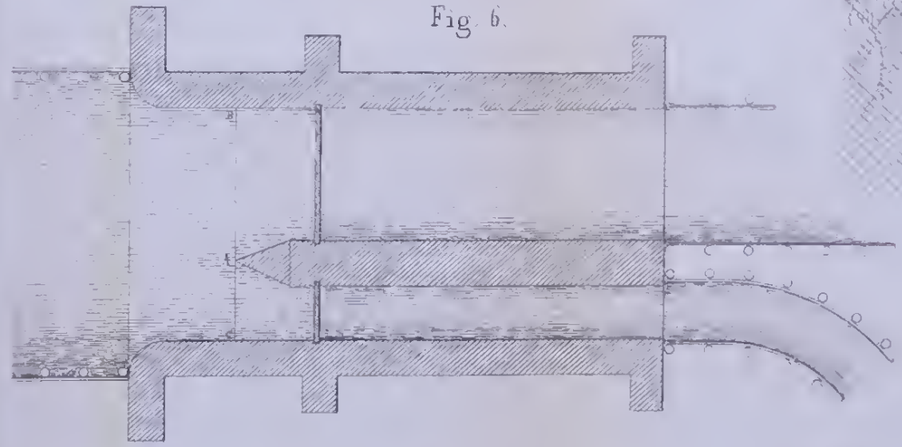


Fig. 7.

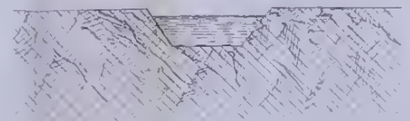


Fig. 8.

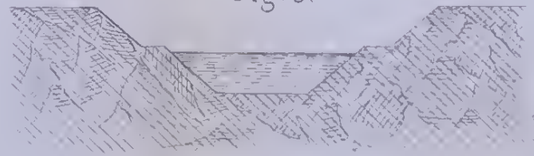


Fig. 9.

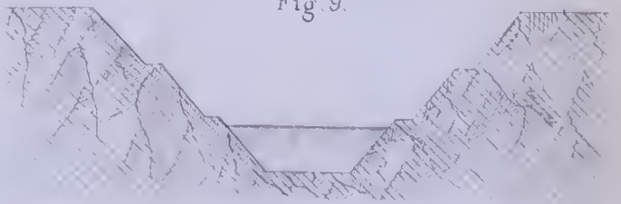


Fig. 10

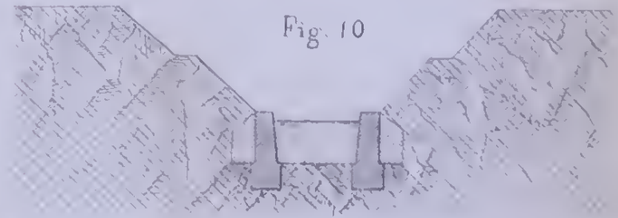


Fig. 11.

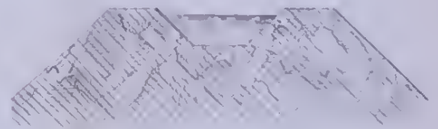
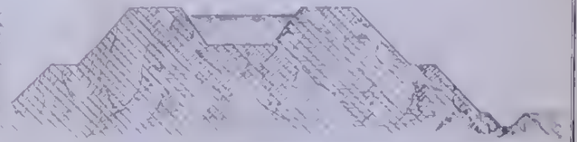


Fig. 12.



L. Scarabelli.

. 7.

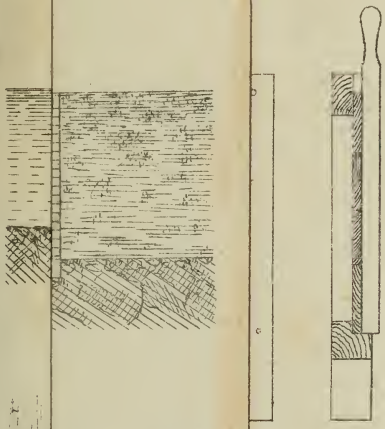


Fig. 8.

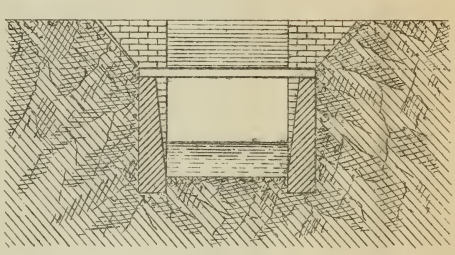


Fig. 9.

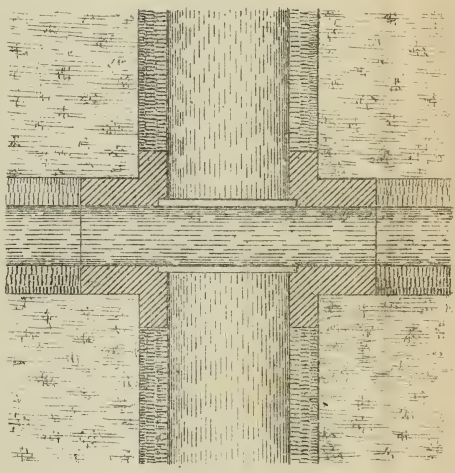
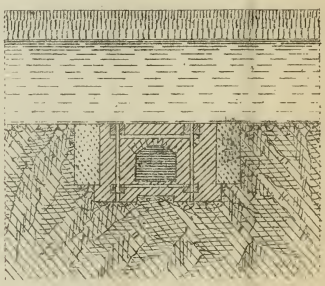
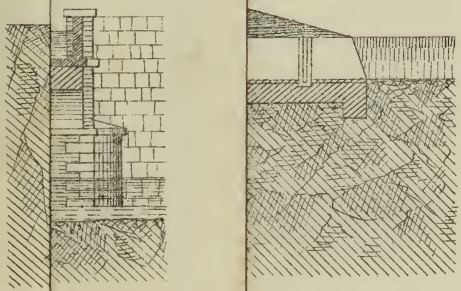


Fig. 13.



11.



L. Scarabelli.

Fig 1

Fig 3

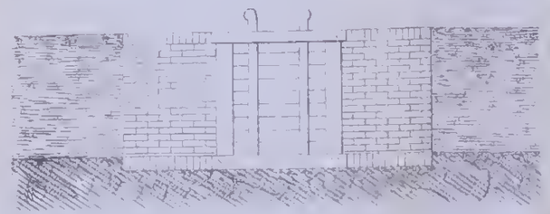


Fig 5

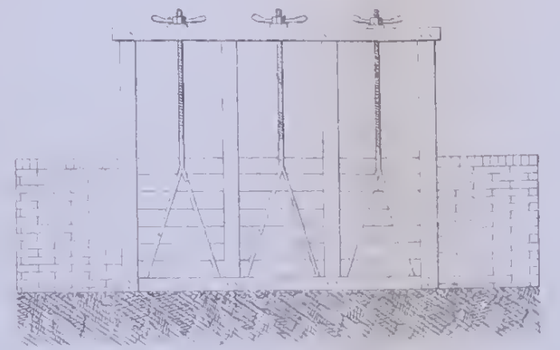


Fig 7

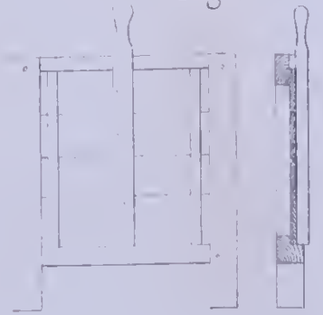


Fig 8.

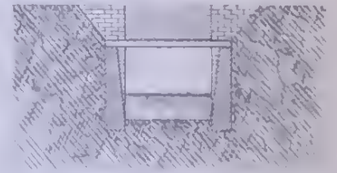


Fig 2

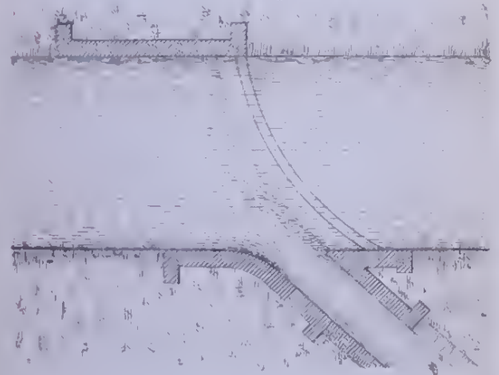


Fig 4

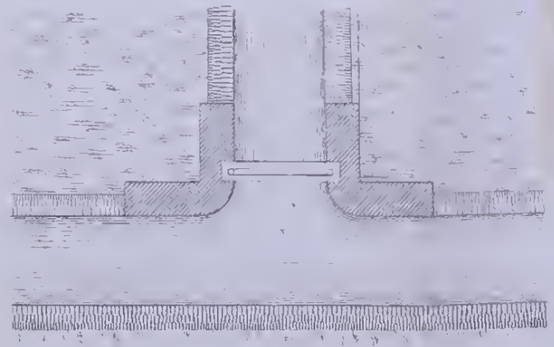


Fig 7

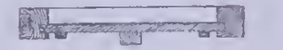


Fig 6

Fig 9

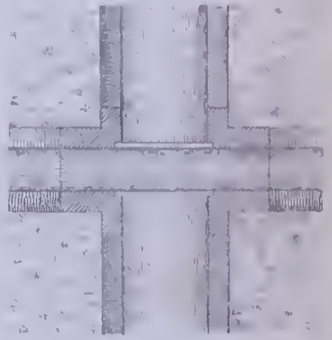


Fig 10.

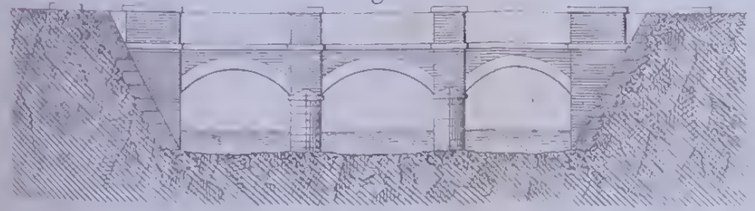


Fig 11

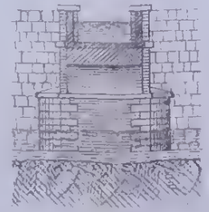


Fig 12

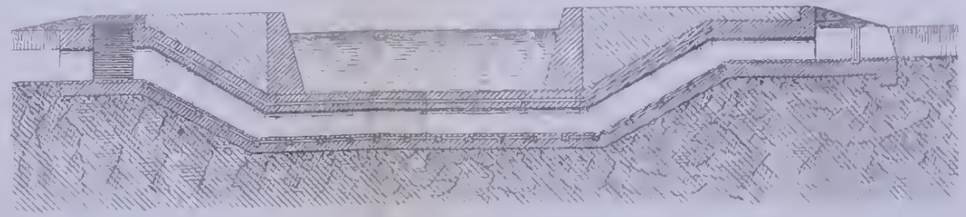
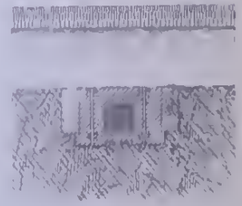


Fig 13.



L Scarabelli

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 107559137